KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
REPUBLIK INDONESIA
2013
MAINTENANCE PRACTICE
XI
SEMESTER 4

KATA PENGANTAR

Kurikulum 2013 adalah kurikulum berbasis kompetensi. Didalamnya dirumuskan secara terpadu kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan yang harus dikuasai peserta didik serta rumusan proses pembelajaran dan penilaian yang diperlukan oleh peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diinginkan.

Faktor pendukung terhadap keberhasilan Implementasi Kurikulum 2013 adalah ketersediaan Buku Siswa dan Buku Guru, sebagai bahan ajar dan sumber belajar yang ditulis dengan mengacu pada Kurikulum 2013. BukuSiswa ini dirancang dengan menggunakan proses pembelajaran yang sesuai untuk mencapai kompetensi yang telah dirumuskan dan diukur dengan proses penilaian yang sesuai.

Sejalan dengan itu, kompetensi keterampilan yang diharapkan dari seorang lulusan SMK adalah kemampuan pikir dan tindak yang efektif dan kreatif dalam ranah abstrak dan konkret. Kompetensi itu dirancang untuk dicapai melalui proses pembelajaran berbasis penemuan (*discovery learning*) melalui kegiatan-kegiatan berbentuk tugas (*project based learning*), dan penyelesaian masalah (*problem solving based learning*) yang mencakup proses mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengasosiasi, dan mengomunikasikan. Khusus untuk SMK ditambah dengan kemampuan mencipta .

Sebagaimana lazimnya buku teks pembelajaran yang mengacu pada kurikulum berbasis kompetensi, buku ini memuat rencana pembelajaran berbasis aktivitas. Buku ini memuat urutan pembelajaran yang dinyatakan dalam kegiatan-kegiatan yang harus **dilakukan** peserta didik. Buku ini mengarahkan hal-hal yang harus **dilakukan** peserta didik bersama guru dan teman sekelasnya untuk mencapai kompetensi tertentu; bukan buku yang materinya hanya dibaca, diisi, atau dihafal.

Buku ini merupakan penjabaran hal-hal yang harus dilakukan peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan. Sesuai dengan pendekatan kurikulum 2013, peserta didik diajak berani untuk mencari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Buku ini merupakan edisi ke-1. Oleh sebab itu buku ini perlu terus menerus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan.

Kritik, saran, dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan pada edisi berikutnya sangat kami harapkan; sekaligus, akan terus memperkaya kualitas penyajian buku ajar ini. Atas kontribusi itu, kami ucapkan terima kasih. Tak lupa kami mengucapkan terima kasih kepada kontributor naskah, editor isi, dan editor bahasa atas kerjasamanya. Mudah-mudahan, kita dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan menengah kejuruan dalam rangka mempersiapkan generasi seratus tahun Indonesia Merdeka (2045).

Jakarta, Januari 2014

Direktur Pembinaan SMK

Drs. M. Mustaghfirin Amin, MBA

DAFTAR ISI

BAB 1. Pendahuluan..1

BAB 2. Merencanakan dan Melaksanakan pekerjaan *Sheet Metal*..11

BAB 3. Melaksanakan dan menginspeksi pekerjaan *Welding, Brazing, Soldering and Bonding*...32

BAB 4. Melaksanakan *Aircraft Weight and Balance*.....................75

BAB 5. Melakukan *Inspection and Repair Techniques*...............102

Daftar Pustaka...137

PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Buku Teks Bahan Ajar Siswa Maintenance practice ini digunakan sebagai buku sumber pada kegiatan belajar untuk pencapaian kompetensi siswa pada Mata Pelajaran Maintenance practice, Sebagai Dasar Program Keahlian pada Kelompok Kejuruan Program Keahlian Teknik Pesawat Udara Kompetensi Keahlian Airframe Powerplant.

Buku Teks Bahan Ajar Siswa Maintenance Practice terdiri atas 2 jilid buku. Buku Maintenance Practice2 digunakan untuk pembelajaran Kelas XI semester 4. Pada buku jilid 2 ini dibahas materi belajar yang meliputi;

1. Merencanakan dan Melaksanakan pekerjaan *Sheet Metal*
2. Melaksanakan dan menginspeksi pekerjaan *Welding, Brazing, Soldering and Bonding*
3. Melaksanakan *Aircraft Weight and Balance*
4. Melakukan *Inspection and Repair Techniques*

Buku Teks Bahan Ajar Siswa Maintenance Practice disusun berdasarkan penguasaan konsep dan prinsip serta keterampilan teknis keahlian sehingga setelah mempelajari buku ini, siswa memiliki penguasaan pelaksanaan pekerjaan Dasar Maintenance Practice.

B. Prasyarat

Kemampuan awal Siswa sebelum mempelajari Buku Teks Bahan Ajar Siswa "Maintenance practice" yaitu siswa telah memahami Basic Skil

C. Petunjuk Penggunaan

1. Petunjuk penggunaan bagi Siswa :

a. Siswa harus memahami mata pelajaran atau materi yang menjadiprasyarat pemelajaran modul ini, yaitu Basic Skill.
b. Lakukan kegiatan pemelajaran secara berurutan dari bab 1 ke bab berikutnya.
c. Pelajari dan pahami setiap uraian materi dengan seksama.
d. Lakukan kegiatan yang diberikan pada uraian materi pembelajaran. Kegiatan tersebut dirancang dalam bentuk; Eksplorasi, Diskusikan dan Simpulkan serta kegiatan Asosiasi.
e. Kegiatan praktik kejuruan dilaksanakan dalam bentuk latihan keterampilan, kerjakan latihan tersebut dibawah pengawasan guru.
f. Persiapkan alat dan bahan yang digunakan pada setiap pembelajaran untuk menyelesaikan tugas dan evaluasi hasil belajar
g. Lakukan setiap kegiatan dengan tekun, teliti dan hati-hati.
h. Jawablah soal evaluasi pada bagian Review secara individual

i. Jawablah soal evaluasi pada bagian penerapan dan diskusikan dikelas hasil jawaban tersebut.
j. Lakukan tugas proyek yang diberikan pada soal evaluasi bagian tugas proyek secara individu atau kelompok, lalu presentasikan dikelas hasil pelaksanaan tugas proyek tersebut.
k. Uji kompetensi kejuruan adalah tugas proyek individual untuk mengevaluasi capaian keterampilan siswa, kerjakan uji kompetensi sesuai petunjuk.
l. Siswa dinyatakan tuntas menyelesaikan materi pada bab terkait, jika Siswa menyelesaikan kegiatan yang ditugaskan dan menyelesaikan kegiatan evaluasi dengan nilai minimal sama dengan Kriteria Kelulusan Minimal (KKM).

2. Peran Guru:

a. Merencanakan kegiatan pembelajaran siswa selama satu semester sesuai silabus.
b. Membantu Siswa dalam merencanakan proses belajar
c. Membantu Siswa dalam memahami konsep dan praktik.
d. Memberikan motivasi, membimbing dan mengarahkan siswa dalam melakukan kegiatan yang diberikan pada uraian materi pembelajaran. Kegiatan tersebut dirancang dalam bentuk; Eksplorasi, Diskusikan dan Simpulkan dan Asosiasi.
e. Menekankan, selalu mengecek dan memfasilitasi penggunaan K3 sesuai kegiatan yang dilaksanakan.
f. Memberikan contoh, memandu dan melakukan pengawasan pelaksanaan tugas siswa yang berkaitan dengan pembelajaran praktik di lab atau bengkel kerja.
g. Membantu Siswa untuk menetukan dan mengakses sumber belajar lain yang diperlukan untuk kegiatan pembelajaran.

h. Merencanakan seorang ahli/pendamping guru dari tempat kerja/industri untuk membantu jika diperlukan
i. Merencanakan proses penilaian dan menyiapkan perangkatnya
j. Memeriksa seluruh hasil pekerjaan siswa baik berupa hasil pelaksanaan kegiatan maupun jawaban dari evaluasi belajar.
k. Mencatat dan melaporkan pencapaian kemajuan Siswa kepada yang berwenang.

D. Tujuan Akhir

Hasil akhir dari seluruh kegiatan belajar dalam buku teks bahan ajar siswa ini adalah Siswa;

1) Merencanakan dan Melaksanakan pekerjaan Sheet Metal sesuai job sheet
2) Pembuatan pola dan perhitungan keperluan bending (bending allowance)
3) Pekerjaan sheet metal termasuk bending dan forming
4) Inspeksi hasil pekerjaan sheet metal
5) Merencanakan dan melaksanakan pekerjaan Sheet Metal sesuai standar prosedur perawatan
6) Mampu menjelaskan metoda welding, brazing dan soldering
7) Mampu menginspeksi terhadap hasil pekejaan welding
8) Mampu menerapkan metoda - metoda penyambungan
9) Mampu melaksanakan inspeksi terhadap hasil kerja penyambungan
10) Menjelaskan cara menentukan center of gravity

11) Menentukan batas-batas (limits) keseimbangan sebuah pesawat
12) Menjelaskan dokumen tentang load sheet
13) Melaksanakan aircraft weight and balance sesuai dengan prosedur manual
14) Memahami jenis-jenis kerusakan dalam struktur pesawat udara
15) Mampu melaksanakan pemeriksaan kerusakan struktur pesawat udara dengan berbagai metoda

E. Kompetensi Inti Dan Kompetensi Dasar

BIDANG KEAHLIAN : AIRFRAME POWERPLANT

PROGRAM KEAHLIAN : TEKNIK PESAWAT UDARA

MATA PELAJARAN : MAINTENANCE PRACTICE

KOMPETENSI INTI (KELAS XI)	KOMPETENSI DASAR
KI-1 Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya	1.1 Mengamalkan nilai-nilai ajaran agama dalam melaksanakan pekerjaan di bidang maintenance practice
KI-2 Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin,	2.1. Memiliki motivasi internal, kemampuan bekerjasama, konsisten, rasa percaya diri, dan sikap toleransi dalam perbedaan konsep berpikir, dan strategi menyelesaikan masalah dalam melaksanakan pekerjaan di bidang

KOMPETENSI INTI (KELAS XI)	KOMPETENSI DASAR
tanggungjawab, peduli (gotongroyong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif, dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia	maintenance practice
	2.2. Mampu mentransformasi diri dalam berperilaku: teliti, kritis, disiplin, dan tangguh mengadapi masalah dalam melakukan tugas di bidang maintenance practice
	2.3. Menunjukkan sikap bertanggung jawab, rasa ingin tahu, santun, jujur, dan perilaku peduli lingkungan dalam melakukan tugas di bidang maintenance practice
KI-3 Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidangkerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.	3.1 Menerapkan pekerjaan *Sheet Metal*
	3.2 Menerapkan pekerjaan *Welding, Brazing, Soldering and Bonding*
	3.3 Menerapkan*Aircraft Weight and Balance*
	3.4 Menerapkan*Inspection and Repair Techniques*
KI-4 Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampumelaksanakantugasspesifik di bawahpengawasanlangsung.	4.1 Merencanakan dan Melaksanakan pekerjaan *Sheet Metal*
	4.2 Melaksanakan dan menginspeksi pekerjaan *Welding, Brazing, Soldering and Bonding*
	4.3 Melaksanakan *Aircraft Weight and Balance*
	4.4 Melakukan *Inspection and Repair Techniques*

F. Cek Kemampuan Awal

Berilah tanda silang (x) pada tabel dibawah ini, dengan pilihan “ya” atau “tidak” dengan sikap jujur dan dapatdipertanggungjawabkan untuk mengetahui kemampuan awal yang telah Kamu (Siswa) miliki.

<table>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Kompetensi Dasar</th><th rowspan="2">Pernyataan</th><th colspan="2">Dapat Melakukan Pekerjaan Dengan Kompeten</th><th rowspan="2">Jika “Ya” Kerjakan</th></tr>
<tr><th>Ya</th><th>Tidak</th></tr>
<tr><td rowspan="3">1</td><td rowspan="3">Merencanakan dan Melaksanakan pekerjaan Sheet Metal</td><td>Mampu melakukan pembuatan pola dan perhitungan keperluan bending (bending allowance)</td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3">Evaluasi Belajar Bab 2</td></tr>
<tr><td>Mampu melakukan pekerjaan sheet metal termasuk “bending” dan “forming”</td></tr>
<tr><td>Mampu melaksanakan inspeksi hasil pekerjaan sheet metal</td></tr>
</table>

No	Kompetensi Dasar	Pernyataan	Dapat Melakukan Pekerjaan Dengan Kompeten		Jika "Ya" Kerjakan
			Ya	Tidak	
2	Melaksanakan dan menginspeksi pekerjaan *Welding, Brazing, Soldering and Bonding*	Memahami metoda welding, brazing dan soldering			Evaluasi Belajar Bab 3
		Mampu melaksanakan inspeksi terhadap hasil pekejaan welding, brazing & soldering			
		Memahami metoda penyambungan			
		Mampu melaksanakan inspeksi terhadap hasil kerja penyambungan			
3	Melaksanakan *Aircraft Weight and Balance*	Mampu menentukan centre of gravity sebuah pesawat udara			Evaluasi Belajar Bab 4
		Mampu menghitung batas-batas (limits) ke-seimbangan sebuah pesawat udara			
		Mampu menerapkan dokumen tentang load sheet dan dokumen lain yang relevan			
		Mampu melaksanakan penempatan posisi aman bagi cargo dilaksanakan			

No	Kompetensi Dasar	Pernyataan	Dapat Melakukan Pekerjaan Dengan Kompeten		Jika "Ya" Kerjakan
			Ya	Tidak	
4	Melakukan *Inspection and Repair Techniques*	Memahami jenis-jenis kerusakan (defects)			Evaluasi Belajar Bab 5
		Mampu melaksanakan teknik pemeriksaan termasuk metoda: visual, penetran, radiograpich, eddy current dan ultrasonic			
		Memahami metoda general repair dan structural repair			
		Memahami program aging, fatique dan corrosion control			

BAB 2. Merencanakan dan Melaksanakan pekerjaan *Sheet Metal*

2.1 Pendahuluan

Metoda dari perbaikan struktural bagian dari suatu pesawat terbang banyak dan bervariasi, sehingga belum ada perangkat pola perbaikan spesifik ditemukan yang akan menerapkan dalam semua kasus. Beban desain yang bekerja pada berbagai bagian-bagian struktural dari suatu pesawat terbang tidak selalu tersedia, permasalahan memperbaiki suatu bagian rusak biasanya dipecahkan dengan cara menduplikasikan bagian asli dalam kekuatan, jenis material, dan dimensi. Beberapa aturan umum mengenai pemilihan dari materi dan pembentukan dari bagian-bagian

yang mungkin saja diterapkan secara universal oleh mekanik airframe akan dipertimbangkan dalam bab ini.

Perbaikan didiskusikan adalah tipikal yang digunakan dalam pemeliharaan pesawat terbang dan dimasukkan untuk memperkenalkan beberapa dari operasi yang dilibatkan. Untuk informasi tepat tentang perbaikan spesifik, selalu berkonsultasi dengan pemeliharaan pabrikan atau manual layanan.

Pertama dan salah satu dari tahap terpenting dalam memperbaiki kerusakan struktural "membentuk pendapat" pekerjaan dan membuat suatu perkiraan akurat dari apa yang dilakukan. Membentuk pendapat ini meliputi suatu perkiraan jenis dan bentuk terbaik potongan untuk digunakan; jenis, ukuran, dan jumlah rivet yang dibutuhkan; dan kekuatan, ketebalan, dan jenis materi yang diperlukan untuk membuat anggota yang diperbaiki tidak ada yang lebih berat (atau hanya sedikit lebih berat) dan kuat seperti aslinya. Juga memeriksa anggota di sekitarnya untuk bukti dari karat dan kerusakan beban sedemikian rupa sehingga luas diperlukan dari pembersihan dari kerusakan lama dapat diperkirakan dengan teliti. Setelah selesai membersihkan, pertama membuat tataruang dari potongan pada kertas, men-transfernya ke lembaran persediaan yang diseleksi. Kemudian, potong dan chamfer bentuk potongan itu sedemikian rupa sehingga cocok pada garis bentuk dari area tertentu, dan menerapkannya.

Yang dimaksud pengerjaan sheet metal adalah pengerjaan membentuk dan menyambung logam lembaran (plat) sehingga sesuai dengan bentuk dan ukuran yang sudah direncanakan. Pengerjaan plat dapat dilakukan dengan menggunakan keterampilan tangan, mesin, atau perpaduan dari keduanya, yang meliputi macam-macam pengerjaan, diantaranya adalah menggunting,melipat, melubangi, meregang, pengawatan, mengalur, menyambung, dan lain-lain. Dalam materi pengerjaan plat ini akan dibahas tetang :

1. Proses Pemotongan Plat
2. Proses Tekuk (bending)
3. Proses Stretching
4. Proses Shrinking

2.2 Merawat Kekuatan Asli

Dalam melaksanakan perbaikan komponen pesawat udara apapun, aturan fundamental yang harus diamati adalah kekuatan asli dari struktur yang dirawat.

Pastikan material yang digunakan dari semua komponen pengganti atau penguatan adalah serupa dengan material yang digunakan di struktur asli. Jika yang diperlukan untuk mengganti suatu campuran logam menjadi lebih lemah dibandingkan asli, gunakan material dari suatu ukuran lebih berat untuk memberikan kekuatan yang sama.

2.3 Memelihara Garis Bentuk Asli

Membentuk semua perbaikan sedemikian rupa bahwa mereka akan cocok dengan sempurna pada garis bentuk aslinya. Suatu garis bentuk halus adalah terutama diinginkan ketika membuat potongan pada kulit eksternal yang halus dari pesawat terbang kecepatan tinggi.

2.4 Menjaga Berat Seminimum Mungkin

Menjaga berat dari semua yang diperbaiki seringan mungkin. Buatkan ukuran dari potongan sekecil dapat dipraktekkan dan menggunakan rivet seperlunya. Dalam banyak kesempatan, perbaikan mengganggu keseimbangan asli dari struktur. Penambahan dari berat berlebihan pada setiap perbaikan dapat menciptakan ketidakseimbangan pada pesawat terbang begitu banyak sehingga memerlukan penyesuaian dari trim-and-balance.

2.5 Bumping

Membentuk atau pembentukan logam lunak dengan cara menempa atau memukulkan adalah disebut bumping. Selama proses ini, logam adalah didukung oleh suatu boneka, suatu karung berisi pasir, atau suatu 'die'. Masing-masing berisi suatu tekanan ke dalam mana bagian menempa dari logam bisa karam. Bumping dapat dilakukan dengan tangan atau oleh mesin.

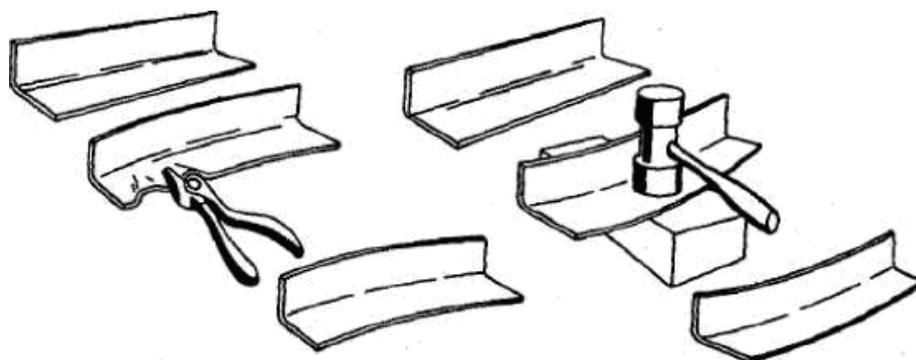
2.6 Crimping

Lipatan, pelipatan, atau berkerut pada lembaran pelat logam dengan cara memendekkan adalah yang disebut crimping. Crimping adalah sering digunakan untuk membuat suatu akhir dari lembaran pipa asap kompor yang sedikit lebih kecil sedemikian rupa sehingga satu bagian dapat dia selinapkan masuk ke yang lainnya. Menampik suatu flens,pinggiran roda di atas Seam adalah juga disebut crimping. Crimping satu sisi dari satu bagian lurus dari besi bersudut dengan menggunakan plier crimping akan menyebabkan benda itu bengkok, sebagaimana diperlihatkan dalam gambar.

2.7 Membentang(stretching)

Menempa suatu bagian rata dari logam dalam suatu area seperti ditunjukkan dalam figur di bawah akan menyebabkan materil dalam area itu untuk menjadi lebih tipis.

Bagaimanapun, karena sejumlah logam akan belum dikurangi, itu akan mencakup suatu area yang lebih besar karena logam akan sedang dibentangkan.

Peregangan satu bagian dari lembaran logam mempengaruhi materi di sekitarnya, terutama dalam kasus membentuk dan menekan sudut. Untuk contoh, menempa logam di flens,pinggiran roda horisontal dari potongan sudut pada suatu blok logam, sebagaimana diperlihatkan dalam figur, akan menyebabkan panjangnya nya meningkat (terbentang); oleh karena itu, bagian itu akan menjadi lebih panjang dari bagian dekat tekukan. Untuk memungkinkan perbedaan ini dalam panjangnya, flens,pinggiran roda vertikal, yang cenderung menjaga material dekat tekukan dari bentangan, akan dipaksa untuk membengkok menjauh dari semakin besar panjangnya.

Gambar 2.1 Streching dan Crimping

2.8 Penyusutan(Shrinking)

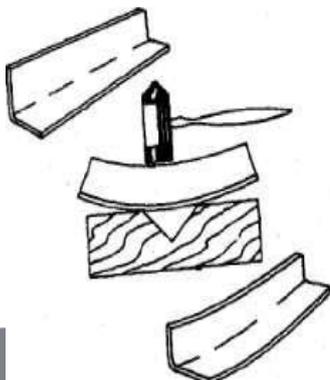
Selama proses penyusutan, material dipaksa atau ditekan ke dalam suatu area lebih kecil. Proses penyusutan digunakan ketika panjang suatu bagian dari logam, terutama pada bagian dalam tekukan menjadi berkurang.

Pelat logam mungkin menjadi susut dalam dua cara:

(1) Dengan cara memukul pada blok- v atau

(2) Oleh crimping dan kemudian menyusutkan di atas blok penyusutan.

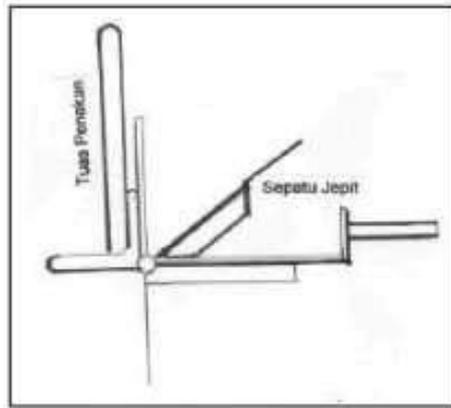
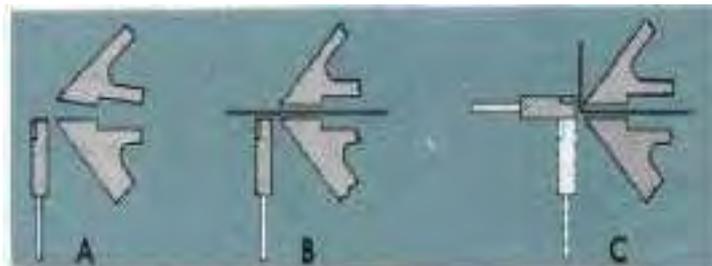
Untuk membengkok sudut dibentuk oleh metoda blok-v, menempatkan sudut di atas blok- v dan dengan lemah-lembut memalu mengarah ke bawah melawan pinggiran atas secara langsung pada "V".

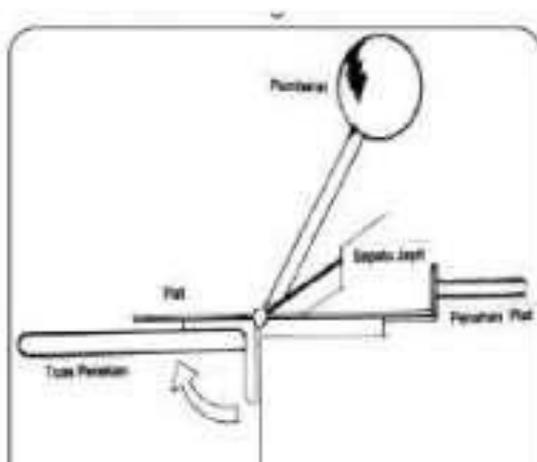
Sementara itu tempaan, menggerakkan sudut mondar-mandir melintasi blok-v untuk memampatkan material sepanjang pinggiran atas. Kompresi dari material sepanjang pinggiran atas dari flens,pinggiran roda vertikal akan menyebabkan sudut dibentuk untuk menerima suatu bentuk dibengkokkan. Material di flens,pinggiran roda horisontal akan hanya membungkuk di pusat, dan panjang dimana flens,pinggiran roda akan tetap sama. Untuk membuat suatu belokan tiba-tiba atau suatu tajam dibengkokkan sudut flanged, crimping dan blok penyusutan dapat digunakan. Dalam proses ini, kerutan di flens,pinggiran roda satu, dengan cara menempa logam di atas blok penyusutan, kerutan akan diusir (disusutkan keluar) satu demi satu.

Gambar 2.2 Shrinking

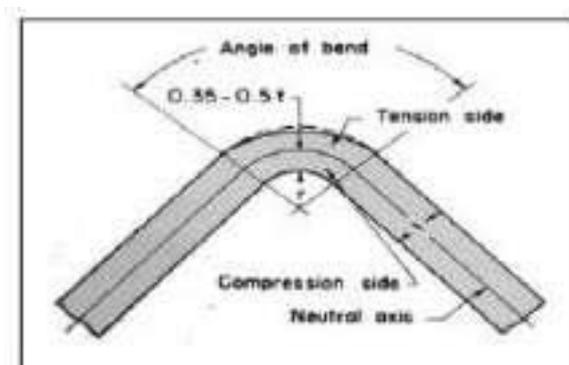
2.9 Lipatan(Folding)

Pada proses tekuk ini, mesin yang digunakan untuk melipat atau menekuk plat adalah mesin bending manual. Bending manual digunakan untuk melipat atau menekuk pelat kerja yang telah diselesaikan untuk pekerjaan awal. Mampu menekuk pelat dengan tebal maksimum 3 mm dan panjang maksimal 1,5 meter,

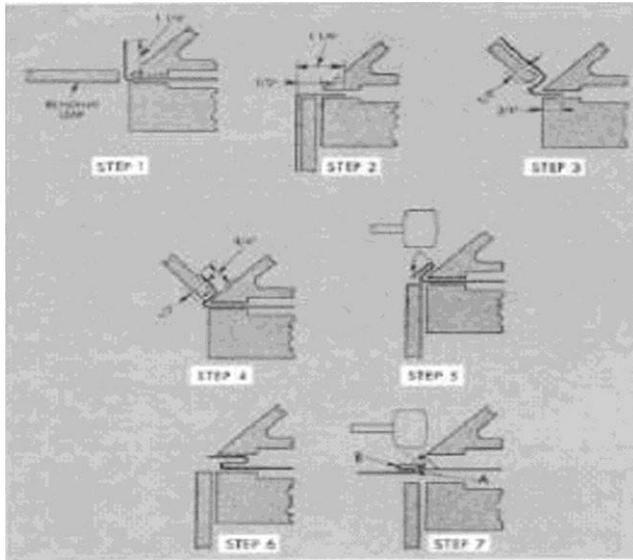
Secara mekanika proses penekukan ini terdiri dari dua komponen gaya yakni: tarik dan tekan (lihat gambar). Pada gambar memperlihatkan pelat yang mengalami proses pembengkokan ini terjadi peregangan, netral, dan pengkerutan. Daerah peregangan terlihat pada sisi uar pembengkokan, dimana daerah ini terjadi deformasi plastis atau perobahan bentuk. Peregangan ini menyebabkan pelat mengalami pertambahan panjang. Daerah netral merupakan daerah yang tidak mengalami perobahan. Artinya pada daerah netral ini pelat tidak mengalami pertambahan panjang atau perpendekkan.

Daerah sisi bagian dalam pembengkokan merupakan daerah yang mengalami penekanan, dimana daerah ini mengalami pengkerutan dan penambahan ketebalan, hal ini disebabkan karena daerah ini mengalami perobahan panjang yakni perpendekan.atau menjadi pendek akibat gaya tekanyang dialami oleh pelat. Proses ini dilakukan dengan menjepit pelat diantara landasan dan sepatu penjepit selanjutnya bilah penekuk diputar ke arah atas menekan bagian pelat yang akan mengalami penekukan

Gambar 2.3 Langkah proses tekuk

Gambar 2.4 Penekuk awal

Pada Gambar posisi tuas penekuk diangkat ke atas sampai membentuk sudut melebihi sudut pembentukan yang dinginkan. Besarnya kelebihan sudut pembengkokan ini dapat dihitung berdasarkan tebal pelat, kekerasan bahan pelat dan panjang bidang membengkokkan / penekukan.

Gambar 2.5 Penekuk plat

Langkah proses penekukan pelat dapat dilakukan dengan mempertimbangkan sisi bagian pelat yang akan dibentuk. Langkah penekukan ini harus diperhatikan sebelumnya, sebab apabila proses penekukan ini tidak menurut prosedurnya maka akan terjadi salah langkah. Salah langkah ini sangat ditentukan oleh sisi dari pelat yang dibengkokan dan kemampuan mesin bending/tekuk tersebut. Komponen pelat yang akan dibengkokan sangat bervariasi. Tujuan proses pembengkokan pada bagian tepi maupun body pelat ini diantaranya adalah untuk memberikan kekakuan pada bentangan pelat.

Gambar 2.6 Sudut tekuk

Gambar memperlihatkan sudut tekuk yang terbentuk pada proses pelipatan pelat, dimana pada bagian sisi atas pelat mengalami peregangan dan bagian bawah mengalami pengkerutan.

Langkah-langkah proses tekuk untuk sambungan lipat

Gambar 2.7 Proses penekukan pipa

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam proses pembengkokan pelat

Hasil pembengkokan pelat yang baik dapat dihasilkan dengan mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

1. Periksa terlebih dahulu terutama dies, atau sepatu pembentuk, sudut pembengkokan yang diinginkan.
2. Tandailah sisi bagian tepi pelat yang akan dibengkokkan.
3. Posisi tanda pembengkokan ini harus sejajar dengan dien pembengkok.
4. Penjepitan pelat harus kuat
5. Atur sudut pembengkokan sesuai dengan sudut pembengkokan yang dikehendaki

6. Sesuaikan dies landasan dengan bentuk pembengkokan yang diinginkan.

7. Mulailah proses pembengkokan dengan memperhatikan sisisisi yang akan
dibengkokan, hal ini untuk menjaga agar lebih dahulu mengerjakan posisi

pelat yang mudah

8. Jika ingin melakukan pembengkokan dengan jumlah yang banyak buatlah jig atau alat bantu untuk memudahkan proses pembengkokan. Jig ini bertujuan untuk memudahkan pekerjaan sehingga menghasilkan bentuk pembengkokan yang sama

Membuat tekukan dalam lembaran, plat, atau daun-daun disebut folding. Lipatan biasanya tajam, tekukan bersudut; mereka secara umum dibuat pada mesin pelipat.

Membuat tekukan garis lurus, ketika pembentukan tekukan lurus harus mempertimbangkan:

- Ketebalan dari material
- Komposisi campuran logamnya
- Kondisi sifatnya
- kelonggaran bengkok
- Kemunduran
- garis penglihatan

Ketika anda sedang membengkokkan logam ke dimensi tepat, sejumlah material diperlukan untuk membentuk tekukan harus diketahui. Istilah untuk sejumlah material yang adalah benar-benar digunakan

dalam membuat tekukan adalah kelonggaran bengkok. Kelenturan memampatkan logam pada bagian dalam tekukan dan peregangan logam pada tekukan dari bagian luar.

Kira-kira separuh jalan antara dua kepalsuan ekstrim suatu ruang bukan menyusutkan maupun meregangkan.

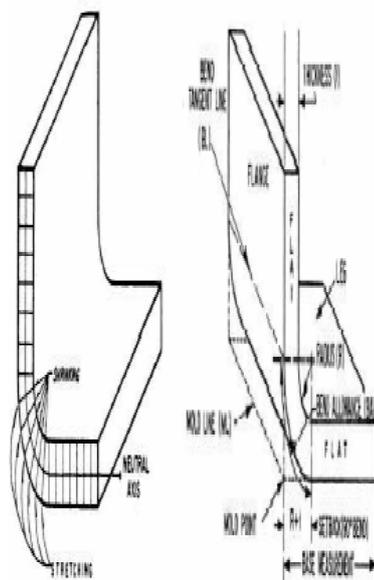
Kelonggaran bengkok, adalah panjang material diperlukan untuk tekukan. Sejumlah logam harus ditambahkan ke panjang seluruhnya dari pola denah untuk meyakinkan logam cukup untuk tekukan.

Kelonggaran bengkok tergantung pada:

- Derajat tekukan
- Radius dari tekukan
- Ketebalan dari logam
- Jenis dari logam yang digunakan

Istilah-istilah bend allowance

- Bend allowance adalah sejumlah materi mengkonsumsi dalam membuat suatu tekukan.
- Close angle adalah suatu sudut yang adalah kurang dari 90 derajat ketika diukur antara kaki. Ketika sudut tertutup adalah 45 derajat, jumlah tekukan adalah 180 kurang 45 atau 135 derajat.
- Open angle suatu sudut yang adalah lebih besar dari 90 derajat ketika diukur antara kaki atau kurang dari 90 ketika jumlah tekukan diukur.
- Flange adalah bagian lebih pendek dari suatu yang dibentuk-berlawanan kaki. Jika setiap sisi dari sudut adalah panjangnya sama, maka tiap-tiap sisi dikenal sebagai kaki.

- Flat adalah bagian rata, atau rata, suatu bagian dimana bagian itu tidak tercakup di tekukan. Itu sepadan dengan dasar pengukuran minud setback.

Gambar 2.8 folding

- K number . Nomor A K adalah satu dari nomor 179 pada tabel K yang menyesuaikan dengan salah satu dari sudut antara 0 dan 180 derajat yang mana logam mungkin dapat dibengkokkan. Ketika logam dibengkokkan ke sudut manapun selain dari pada 90 (nomor K dari I.O), bersesuaian dengan nomor K yang diseleksi dari bagan dan dikalikan dengan jumlah dari radius serta ketebalan dari logam. Hasil ini adalah jumlah setback untuk tekukan.

- Leg adalah bagian lebih panjang dari sudut yang dibentuk.
- Garis tekukan.Garis tekukan (juga disebut garis penglihatan) adalah garis tataruang pada logam yang sedang dibentuk yang ditetapkan meskipun dengan hidung dari rem, dan itu bertindak sebagai suatu pemandu dalam membengkokkan pekerjaan. Sebelum membentuk suatu tekukan, tukang besi logam harus memutuskan yang akhir material mungkin menjadi sebagian besar dengan nyaman disisipkan dalam rem. Garis tekukan kemudian diukur dan ditandai dengan suatu timah lembut dari garis tangen tekukan terdekat ke ujung yang ditempatkan di bawah rem. Pengukuran ini harus sepadan dengan radius dari tekukan. Logam kemudian disisipkan dalam rem sedemikian rupa sehingga hidung dari rem akan jatuh secara langsung melalui garis tekukan.
- Garis tangen tekukan adalah garis sepanjang di mana mulai logam membengkok dan baris di mana perhentian logam membengkok. Seluruh celah antara garis tangen tekukan adalah kelonggaran tekukan.
- Garis cetakan adalah garis yang dibentuk dengan cara memperpanjang permukaan luar dari kaki dan flens. (Suatu titik khayal dari pengukuran dasar nyata yang disediakan pada gambar.)
- Pengukuran dasar adalah dimensi luar dari suatu bagian dibentuk. Pengukuran dasar akan diberikan pada gambar atau cetak biru , atau mungkin saja diperoleh dari bagian asli.
- Radius. radius (R) tekukan adalah selalu ke bagian dalam logam yang sedang dibentuk kecuali jika dinyatakan. Radius bisa diijinkan minimum untuk membengkokkan suatu jenis dan ketebalan material harus selalu ditentukan sebelum anda meneruskan kalkulasi kelonggaran tekukan apapun.

- Setback adalah jarak dari garis tangen tekukan ke titik cetakan. Dalam 90 derajat tekukan, SB = R + T (radius dari tekukan tambah ketebalan dari logam). Dimensi setback harus ditentukan sesudah membuat tekukan karena digunakan dalam menentukan lokasi dari permulaan garis tangen tekukan.

Ketika logam kelenturan pada dimensi tepat, panjang garis netral harus ditentukan sedemikian rupa sehingga material cukup dapat diijinkan tekukan.

Bend allowance (Z) = (0.01743 R + 0.0078 T) x N

X = A- (R + T)

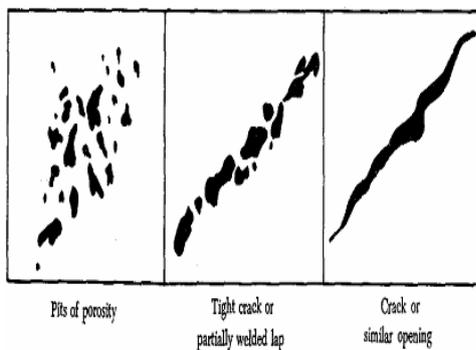
Y = B- (R + T)

Sehingga panjang totalnya = X + Y + Z

Di mana R = radius tekukan

T = ketebalan logam

N = angka derajat tekukan

Z = kelonggaran tekukan

Gambar 2.9 kelonggaran Tekukan

RENUNGAN DAN REFLEKSI

Kecerobohan dan kelengahan akibat dari tidak disiplinnya para teknisi sering menghasilkan pekerjaan yang tidak maksimal. Untuk menghasilkan pekerjaan yang diharapkan maka penting bagi semua untuk selalu disiplin dan mengikuti prosedur yang sudah diterapkan. Janganlah bosan untuk selalu taat aturan walaupun sudah berulang kali dilaksanakan karena disitulah kunci keselamatan kerja da hasil pekerjaan yang diharapkan.

Perlu disadari juga bahwa kita sebagai manusia tidak terlepas dari suatu kesalahan baik dilakukan dengan sengaja maupun tidak. Oleh karena itu kita senantiasa memohon dan meminta perlindungan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa agar diberi perlindungan agar terhindar dari segala macam yang tidak diinginkan baik dilingkungan kerja atau dimanapun kita berada. Sehingga apa yang kita harapkan dan kita inginkan bisa terwujud yaitu hidup bahagia dan sejahtera.

Pada Bab selanjutnya, Kamu akan mempelajari materi tentang Melaksanakan dan menginspeksi pekerjaan *Welding, Brazing, Soldering and Bonding* pada komponen pesawat udara tersebut. Dengan materi tersebut, memberikan manfaat bagi kamu untuk dapat diterapkan dalam pekerjaan perawatan komponen pesawat udara. Kiranya dengan mempelajari materi tersebut Kamu akan lebih bersyukur akan karunia Tuhan, karenanya masih dilimpahkan kemampuan untuk mempelajari materi yang bermanfaat.

Rangkuman

Yang dimaksud pengerjaan sheet metal adalah pengerjaan membentuk dan menyambung logam lembaran (plat) sehingga sesuai dengan bentuk dan ukuran yang sudah direncanakan. Pengerjaan plat dapat dilakukan dengan menggunakan keterampilan tangan, mesin, atau perpaduan dari keduanya, yang meliputi macam-macam pengerjaan, diantaranya adalah menggunting,melipat, melubangi, meregang, pengawatan, mengalur, menyambung, dan lain-lain. Dalam materi pengerjaan plat ini akan dibahas tetang :

1. Proses Pemotongan Plat
2. Proses Tekuk (bending)
3. Proses Stretching
4. Proses Shrinking

A. Evaluasi Diri

Penilaian Diri					
Evaluasi diri ini diisi oleh siswa, dengan memberikan tanda ceklis pada pilihan penilaian diri sesuai kemampua siswa bersangkutan.					
No	**Aspek Evaluasi**	**Penilaian diri**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**

A	**Sikap**				
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
B	**Pengetahuan**				
1	Saya memahami melakukan pekerjaan pemotongan, bending, stretching,dan shrinking untuk sheet metal dari berbagai macam benda kerja				
C	**Keterampilan**				
1	Saya mampu melakukan pekerjaan pemotongan, bending, stretching,dan shrinking untuk sheet metal dari berbagai macam benda kerja				

B. Review

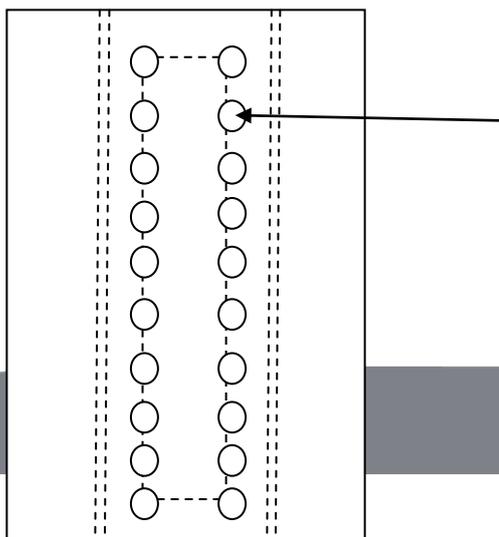
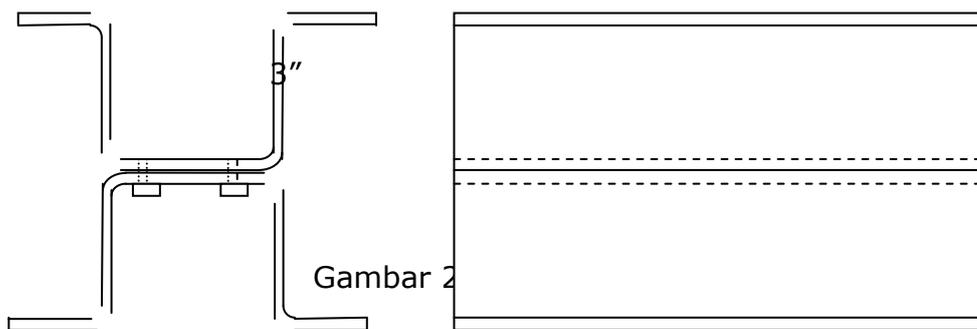
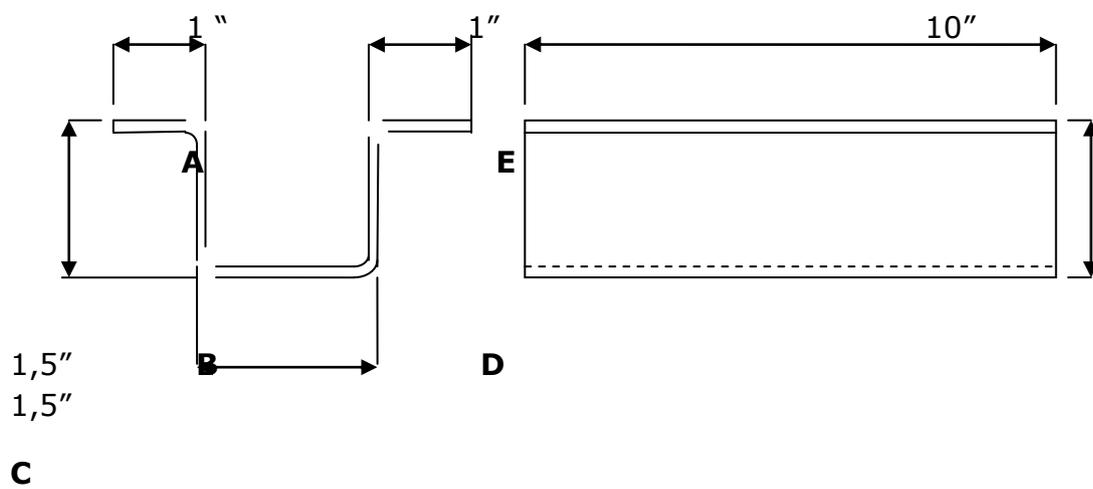
Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan Benar

1. Jelaskan proses pemotongan, bending, stretching dan shrinking pada pekerjaan sheet metal!
2. Bagaimana cara menentukan panjang pelat setelah mengalami proses pembendingan!

C. Penerapan

D. Tugas Proyek

I. MELAKUKAN *PLATE FORMING AND RIVETING*

Perhatikan ilustrasi gambar 1dan 2 dibawah ini:

RIVET

Gambar 2.11 RIVETING

Keterangan : - Tebal material 0,040 in

- Radius of bend 3/16 in (0,188 in)
- Sudut pembengkokan (angle of bend) 90°
- Untuk perhitungan, gunakan table ***Bend Allowance*** dan table ***Setback (K)***

RADIUS	OF BEND IN INCHES													
GAGE	1/32 .031	1/16 .063	3/32 .094	1/8 .125	5/32 .156	3/16 .188	7/32 .219	1/4 .250	9/32 .281	5/16 .313	11/32 .344	3/8 .375	7/16 .438	1/2 .500
.020	.062 .000693	.113 .001251	.161 .001792	.210 .002333	.259 .002874	.309 .003433	.358 .003974	.406 .004515	.455 .005056	.505 .005614	.554 .006155	.603 .006695	.702 .007795	.799 .008877
.025	.066 .000736	.116 .001294	.165 .001835	.214 .002376	.263 .002917	.313 .003476	.362 .004017	.410 .004558	.459 .005098	.509 .005657	.558 .006198	.607 .006739	.705 .007838	.803 .008920
.028	.068 .000759	.119 .001318	.167 .001859	.216 .002400	.265 .002941	.315 .003499	.364 .004040	.412 .004581	.461 .005122	.511 .005680	.560 .006221	.609 .006762	.708 .007862	.805 .007862
.032	.071 .000787	.121 .001345	.170 .001886	.218 .002427	.267 .002968	.317 .003526	.366 .004067	.415 .004608	.463 .005149	.514 .005708	.562 .006249	.611 .006789	.710 .007889	.807 .008971
.038	.075 .000837	.126 .001396	.174 .001937	.223 .002478	.272 .003019	.322 .003577	.371 .004118	.419 .004659	.468 .005200	.518 .005758	.567 .006299	.616 .006840	.715 .007940	.812 .009021
.040	.077 .000853	.127 .001411	.176 .001952	.224 .002493	.273 .003034	.323 .003593	.372 .004134	.421 .004675	.469 .005215	.520 .005774	.568 .006315	.617 .006856	.716 .007955	.813 .009037
.051		.134 .001413	.183 .002034	.232 .002575	.280 .003116	.331 .003675	.379 .004215	.428 .004756	.477 .005297	.527 .005855	.576 .006397	.624 .006934	.723 .008037	.821 .009119
.064		.144 .001595	.192 .002136	.241 .002676	.290 .003218	.340 .003776	.389 .004317	.437 .004858	.486 .005399	.536 .005957	.585 .006498	.634 .007039	.732 .008138	.830 .009220
.072			.198 .002202	.247 .002743	.296 .003284	.436 .003842	.394 .004283	.443 .004924	.492 .005465	.542 .006023	.591 .006564	.639 .007105	.738 .008205	.836 .009287
.078			.202 .002249	.251 .002790	.300 .003331	.350 .003889	.399 .004430	.447 .004963	.496 .005512	.546 .006070	.595 .006611	.644 .007152	.745 .008252	.840 .009333
.081			.204 .002272	.253 .002813	.302 .003354	.352 .003912	.401 .004453	.449 .004969	.498 .005535	.548 .006094	.598 .006635	.646 .007176	.745 .008275	.842 .009357
.091			.212 .002350	.260 .002891	.309 .003432	.359 .003990	.408 .004531	.456 .005072	.505 .005613	.555 .006172	.604 .006713	.653 .007254	.752 .008353	.849 .009435
.094			.214 .002374	.262 .002914	.311 .003455	.361 .004014	.410 .004555	.459 .005096	.507 .005637	.558 .006195	.606 .006736	.655 .007277	.754 .008376	.851 .009458
.102				.268 .002977	.317 .003518	.367 .004076	.416 .004617	.464 .005158	.513 .005699	.563 .006257	.612 .006798	.661 .007339	.760 .008439	.857 .009521
.109				.273 .003031	.321 .003572	.372 .004131	.420 .004672	.469 .005213	.518 .005754	.568 .006312	.617 .006853	.665 .008394	.764 .008493	.862 .009575
.125				.284 .003156	.333 .003697	.383 .004256	.432 .004797	.480 .005338	.529 .005678	.579 .006437	.628 .006978	.677 .007519	.776 .008618	.873 .009700
.156					.355 .003939	.405 .004497	.453 .005038	.502 .005579	.551 .006120	.601 .006679	.650 .007220	.698 .007761	.797 .008860	.895 .009942
.188						.417 .004747	.476 .005288	.525 .005829	.573 .006370	.624 .006928	.672 .007469	.721 .008010	.820 .009109	.917 .010191
.250								.568 .006313	.617 .006853	.667 .007412	.716 .007953	.764 .008494	.863 .009593	.961 .010675

Tabel 2.1 Nilai Bend Allowance untuk 90° dan 1°

A	K	A	K	A	K
1°	.00873	61°	.58904	121°	1.7675
2°	.01745	62°	.60086	122°	1.8040
3°	.02618	63°	.61280	123°	1.8418
4°	.03492	64°	.62487	124°	1.8807
5°	.04366	65°	.63707	125°	1.9210
6°	.05241	66°	.64941	126°	1.9626
7°	.06116	67°	.66188	127°	2.0057
8°	.06993	68°	.67451	128°	2.0503
9°	.07870	69°	.68728	129°	2.0965
10°	.08749	70°	.70021	130°	2.1445
11°	.09629	71°	.71329	131°	2.1943
12°	.10510	72°	.72654	132°	2.2460
13°	.11393	73°	.73996	133°	2.2998
14°	.12278	74°	.75355	134°	2.3558
15°	.13165	75°	.76733	135°	2.4142
16°	.14054	76°	.78128	136°	2.4751
17°	.14945	77°	.79543	137°	2.5386
18°	.15838	78°	.80978	138°	2.6051
19°	.16734	79°	.82434	139°	2.6746
20°	.17633	80°	.83910	140°	2.7475
21°	.18534	81°	.85408	141°	2.8239
22°	.19438	82°	.86929	142°	2.9042
23°	.20345	83°	.88472	143°	2.9887
24°	.21256	84°	.90040	144°	3.0777
25°	.22169	85°	.91633	145°	3.1716
26°	.23087	86°	.93251	146°	3.2708
27°	.24008	87°	.80978	147°	3.3759
28°	.24933	88°	.96569	148°	3.4874
29°	.25862	89°	.98270	149°	3.6059
30°	.26795	90°	1.0000C	150°	3.7320
31°	.27732	91°	1.0176	151°	3.8667
32°	.28674	92°	1.0355	152°	4.0108
33°	.29621	93°	1.0538	153°	4.1653
34°	.30573	94°	1.0724	154°	4.3315
35°	.31530	95°	1.0913	155°	4.5107
36°	.32492	96°	1.1106	156°	4.7046
37°	.33459	97°	1.1303	157°	4.9151
38°	.34433	98°	1.1504	158°	5.1455
39°	.35412	99°	1.1708	159°	5.3995
40°	.36397	100°	1.1917	160°	5.6713
41°	.37388	101°	1.2131	161°	5.9758
42°	.38386	102°	1.2349	162°	6.3137
43°	.39391	103°	1.2572	163°	6.6911
44°	.40403	104°	1.2799	164°	7.1154
45°	.41421	105°	1.3032	165°	7.5957
46°	.42447	106°	1.3270	166°	8.1443
47°	.43481	107°	1.3514	167°	8.7769
48°	.44523	108°	1.3764	168°	9.5144
49°	.45573	109°	1.4019	169°	10.385
50°	.46631	110°	1.4281	170°	11.430
51°	.47697	111°	1.4550	171°	12.706
52°	.48773	112°	1.4826	172°	14.301
53°	.49858	113°	1.5108	173°	16.350
54°	.50952	114°	1.5399	174°	19.081
55°	.52057	115°	1.5697	175°	22.904
56°	.53171	116°	1.6003	176°	26.636
57°	.54295	117°	1.6318	177°	38.188
58°	.55431	118°	1.6643	178°	57.290
59°	.56577	119°	1.6977	179°	114.590
60°	.57735	120°	1.7320	180°	Infinite

Tabel 2.2Tabel setback “K”

Lakukan flat bending seperti yang diminta pada gambar 1 dengan metoda FLAT LAYOUT, dengan langkah kerja sebagai berikut :

1. Hitung setback untuk mendapatkan panjang Flat A !
2. Hitung bend allowance (BA) untuk bengkokan pertama , kedua, ketiga dan keempat !
3. Selanjutnya hitung panjang flat B, flat C , flat D dan flat E!
4. Hitung keseluruhan flat yang dibutuhkan dalam proses pembengkokan flat !
5. Gambar flat layout sesuai hasil perhitungan !
6. Potong pelat sesuai ukuran yang terdapat pada gambar 1, dimana **panjang** = 10” dan **lebar** = hasil perhitungan keseluruhan flat yang diperlukan untuk pembengkokan., sejumlah 2 (dua) lembar !
7. Lakukan pembengkokan /pembentukan terhadap pelat seperti pada gambar 1 !
8. Selanjutnya dua benda hasil pembentukan digabungkan atau dibentuk seperti pada gambar 2 dengan proses riveting, dengan jumlah rivet 20 buah !
9. Lakukan perbaikan jika perlu terhadap hasil pekerjaan Anda sebelum diserahkan ke team penguji/penilai !
10. Bila pekerjaan Anda sudah selesai , bereskan dan rapikan kembali semua peralatan yang Anda gunakan dalam keadaan bersih !

Rubrik Penilaian

1. Indeks nilai kuantitatif dengan skala 1 – 4

2. KKM : Pengetahuan : $\geq$ 2.66 (Baik)

   Keterampilan : $\geq$ 2.66 (Baik)

   Sikap : $\geq$ 2.66(Baik)

3. Skor Siswa = $\frac{Skor}{Skor\ Tertinggi}\ x\ 4 = skor\ akhir$

4. Konversi klasifikasi nilai kualitatif :

Konversi nilai akhir		Predikat	Klasifikasi
Skala 1- 4	Skala 0–100		
4	86 -100	A	Sangat Terampil/ Sangat Baik
3.66	81- 85	A-	
3.33	76 – 80	B+	Terampil/ Baik
3.00	71-75	B	
2.66	66-70	B-	
2.33	61-65	C+	

G. Penilaian

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria, yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

1. Nilai sikap diperoeh dari observasi selama kegiatan belajar
2. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban tugas evaluasi (Review dan Penerapan) yang diberikan.
3. Nilai keterampilan diperoleh dari hasil unjuk kerja tugas proyek yang dilaksanakan siswa.

PENILAIAN HASIL BELAJAR

Nama Siswa : ....

KD : 1. **Merencanakan dan Melaksanakan pekerjaan *Sheet Metal***

1. Penilaian Sikap					
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Nilai**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
Jumlah Nilai					
Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai / 4)					

2. PenilaianPengetahuan		
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar hasil pemeriksaan jawaban evaluasi yang diberikan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai**
1	Review	
2	Penerapan	
Jumlah Nilai		
Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai / 2)		

3. Penilaian Keterampilan		
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar hasil pemeriksaan jawaban evaluasi yang diberikan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai**

1	Tugas Proyek	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai / 2)	

Kesimpulan Penilaian		
No	**Aspek Penilaian**	**Nilai**
1	Sikap	
2	Pengetahuan	
3	Keterampilan	
Kesimpulan : Siswa dinyatakan **Kompeten/Belum Kompeten*** dan **Dapat/Tidak Dapat*** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya		

*) Coret yang tidak perlu

BAB 3. WELDING, BRAZING, SOLDERING dan BONDING

3.1 Pendahuluan

Logam dapat digabungkan dengan cara mekanik (bolting atau riveting, atau dengan cara mengelas, brazing, soldering atau bonding). Semua metoda ini dapat digunakan dalam konstruksi pesawat terbang. Bab ini akan mendiskusikan metoda yang digunakan untuk menggabungkan logam dengan cara welding, brazing, dan soldering.

3.2 Pengelasan

Pengelasan adalah proses penyatuan logam dengan cara menggabungkan bahan material saat mereka dalam suatu plastik atau keadaan sedang dicairkan. Terdapat tiga jenis umum

pengelasan:

1. Gas,
2. Busur elektrik, dan
3. Pengelasan resistansi Elektrik.

Setiap jenis dari pengelasan ini mempunyai beberapa variasi yang digunakan dalam konstruksi pesawat terbang.

Pengelasan digunakan secara ekstensif dalam perbaikan dan manufaktur pesawat terbang. Beberapa bagian-bagian seperti dudukan mesin dan roda pendarat sering dilakukan dalam cara ini, dan banyak badan pesawat terbang, permukaan Kendali, perabot, tangki/tank, dan lain-lain juga dikerjakan dengan konstruksi pengelasan. Struktur itu disatukan dalam manufaktur dapat secara umum diperbaiki secara ekonomis dengan menggunakan proses las sama. Pengerjaan harus dilaksanakan dengan hati-hati baik dalam persiapan maupun proses pengelasan.

Pengelasan adalah salah satu dari paling banyak digunakan dalam proses menggabungan-logam. Penggabungan dengan metode pengelasan menawarkan kekakuan (rigidity), kesederhanaan, ringan,dan memiliki kekuatan tinggi. Sebagai akibatnya, pengelasan secara universal diadopsi dalam manufaktur dan perbaikan dari semua jenis dari pesawat terbang. Banyak bagian-bagian struktural demikian pula bagian-bagian nonstructural digabungkan dengan cara pengelasan, dan perbaikan dari banyak dari bagian-bagian ini adalah bagian yang sangat dibutuhkan dari pemeliharaan pesawat terbang.

3.3 Gas Welding

Pengelasan gas dipenuhi dengan cara memanaskan ujung atau tepi dari bagian-bagian logam pada suatu keadaan bagian dicairkan dengan suatu nyala api panas tinggi. Nyala api ini diproduksi dengan suatu pembakar obor dengan gas khusus seperti gas karbit atau hidrogen dengan oksigen murni. Logam, ketika dalam suatu keadaan bagian dicairkan, aliran bersama-sama untuk membentuk satu kesatuan tanpa aplikasi dari tekanan atau hembusan mekanik.

Bagian-bagian Pesawat terbang yang dibuat dari molibdenum-krom atau baja karbon lembut sering dilakukan penyatuan dengan pengelasan gas. Terdapat dua jenis dari pengelasan gas dalam penggunaan secara umum:

1. Oxyacetylene dan
2. Oxyhydrogen.

Hampir semua pengelasan gas dalam konstruksi pesawat terbang adalah dilakukan dengan nyala api oxyacetylene, walaupun beberapa pabrikan menyukai nyala api oxyhydrogen untuk campuran logam aluminum las.

3.4 Busur elektrik Welding

Pengelasan Busur elektrik digunakan secara ekstensif dalam kedua manufaktur dan perbaikan pesawat terbang, dan dapat digunakan secara memuaskan dalam penggabungan dari semua logam yang dapat dilas. Prosesnya berdasarkan penggunaan panas yang dihasilkan oleh busur elektrik.

Variasi dari proses yaitu:

1. Pengelasan busur metalik,
2. Pengelasan busur karbon,

3. Pengelasan hidrogen Atom,

4. Pengelasan Gas mulia (helium), dan

5. Pengelasan multi-busur.

Pengelasan busur metalik dan gas mulia adalah proses pengelasan busur elektrik yang paling banyak digunakan dalam konstruksi pesawat terbang.

3.5 Resistance Elektrik Welding

Pengelasan resistansi Elektrik adalah suatu proses las dimana berlangsung pada tegangan rendah dan arus kuat sehingga dapat diterapkan untuk logam untuk disatukan melalui berat, konduktor tembaga resistansi-rendah. Bahan material untuk dilas menawarkan suatu resistansi tinggi ke aliran arus, dan panas dihasilkan oleh penggabungan resistansi bagian-bagian secara bersama-sama di titik kontak mereka.

Tiga jenis dari pengelasan resistansi elektrik yang pada umumnya digunakan adalah pengelasan puntung(butt), pengelasan titik(spot), pengelasan kelim(seam). Pengelasan puntung digunakan dalam pekerjaan pesawat terbang untuk penyambungan terminal pada batang kendali. Las-titik sering digunakan dalam konstruksi airframe. Adalah satu-satunya metoda las yang digunakan untuk gabungan struktural baja resistan karat. Pengelasan Kelim adalah serupa dengan las-titik, kecuali power-driven rollers digunakan sebagai elektroda. Pengelasan kedap udara dapat diperoleh dengan menggunakan pengelasan kelim.

Salah satu dari metoda las yang paling populer menggunakan suatu nyala api gas sebagai sumber panas. Di dalam proses pengelasan gas oxyfuel, panas diproduksi dengan pembakaran gas yang terbakar, seperti MAPP (methylacetylene-propadiene) atau gas karbit, bercampur dengan

oksigen. Pengelasan gas digunakan secara luas dalam pemeliharaan dan pekerjaan reparasi oleh karena kemudahan dalam mengangkut oksigen serta silinder bahan bakar. Sekali anda belajar dasar dari pengelasan gas, anda akan mendapatkan proses oxyfuel dapat menyesuaikan diri untuk brazing, pemotong, dan perlakuan panas semua jenis logam.

Gambar 3.1 proses pengelasan

Busur cahaya (arc welding) adalah suatu proses yang menggunakan busur elektrik untuk menggabungkan logam dengan cara dilas.

Sebuah keuntungan perbedaan dari busur cahaya pada pengelasan gas adalah konsentrasi panas. Dalam pengelasan gas sebaran nyala api di atas suatu area besar, kadang-kadang menyebabkan penyimpangan panas. Konsentrasi panas merupakan karakteristik dari busur cahaya, dan mempunyai satu keuntungan karena lebih sedikit sebaran panas mengurangi tekuk dan belokan. Konsentrasi panas ini juga meningkatkan kedalaman tembusan dan mempercepat operasi las; oleh karena itu, anda akan menemukan busur cahaya itu sering lebih praktis dan ekonomis

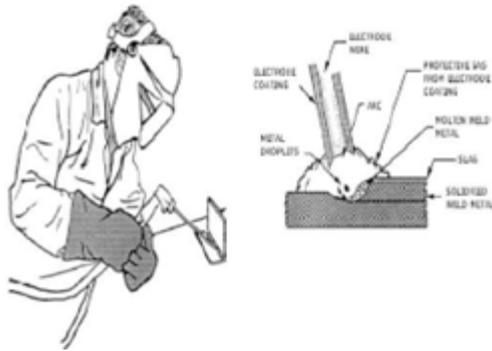
dibandingkan pengelasan gas. Semua proses las busur cahaya mempunyai tiga hal sama:

- Sebuah sumber panas,
- Logam Pengisi, dan
- pelindung.

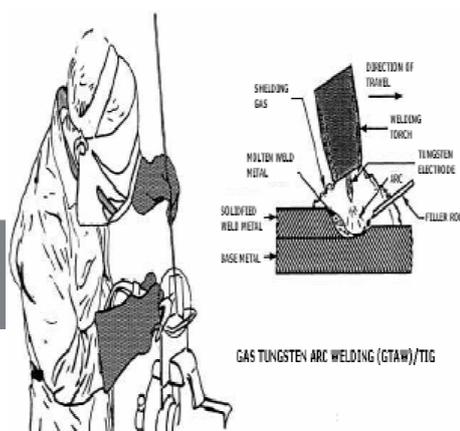
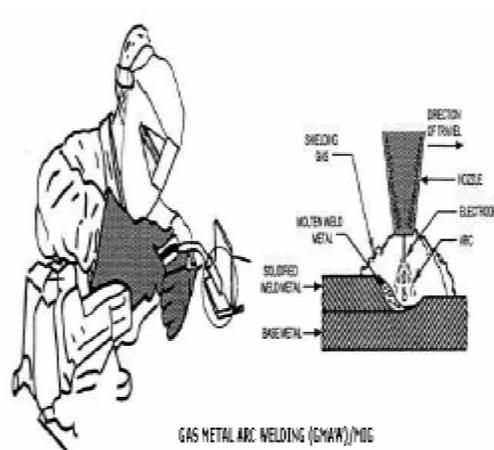
Sumber panas dalam busur cahaya diproduksi oleh busur aliran elektrik antara dua kontak. Sumber tenaga disebut mesin las. Mesin las yang manapun, baik elektrik atau motor-bertenaga mesin. Terdapat dua jenis utama dari proses las busur cahaya yang dikenal secara umum.

1. las busur logam pelindung dan
2. las busur gas pelindung.

3.6 Las busur logam pelindung(SMAW)

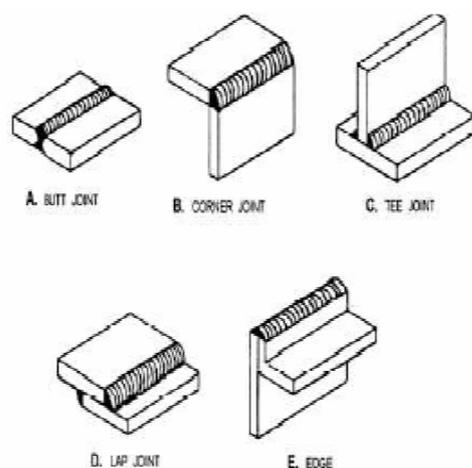
Busur cahaya logam pelindung dibentuk dengan cara memukul suatu busur antara elektroda logam- dilapisi dan logam dasar. Sekali busur ditetapkan, logam dicairkan dari ujung aliran elektroda bersama-sama dengan logam dicairkan dari tepi dari logam dasar untuk membentuk sambungan bunyi . Proses ini adalah dikenal sebagai fusi. Lapisan dari elektroda membentuk suatu cadangan las selubung, melindungi itu dari pencemaran; oleh karena itu proses disebut busur cahaya logam pelindung. Keuntungan-keuntungan utama dari busur cahaya logam pelindung adalah pengelasan dengan kualitas tinggi dibuat dengan cepat pada harga yang murah.

Gambar 3.2 Las busur logam pelindung (SMAW)

3.7 Las Busur Gas Pelindung (Gas Shielded Arc Welding)

Perbedaan utama antara busur cahaya logam dan busur gas pelindung cahaya terletak pada jenis pelindung digunakan. Didalam busur gas pelindung, keduanya, yaitu busur lingkaran dan genangan dicairkan dilindungi oleh suatu pelindung dari gas mulia. Pelindung dari gas mulia mencegah pencemaran atmosfir, dengan demikian menghasilkan pengelasan yang lebih baik. Gas utama yang digunakan untuk proses ini adalah helium, argon, atau karbon dioksida. Dalam beberapa peristiwa, campuran dari gas ini digunakan. Proses digunakan dalam busur gas pelindung dikenal sebagai busur cahaya tungsten gas (GTAW) dan busur cahaya logam gas (GMAW). Keduanya lebih dikenal sebagai las TIG dan MIG. Las busur gas pelindung benar-benar bermanfaat karena itu dapat digunakan untuk menyatukan (mengelas) semua jenis yang mengandung besi dan logam non-fero dari semua ketebalan.

Gambar 3.3 las TIG

Gambar 3.4 las MIG

3.8 Weld Joint

Weld joint adalah menyatukan dimana dua atau lebih banyak bagian-bagian logam digabung dengan cara mengelas. Lima jenis dasar dari weld joint adalah sambungan datar (butt), sudut (corner), tee,

tumpang (lap), dan tepi (edge), sebagaimana yang diperlihatkan dalam figur di bawah ini.

Gambar 3.5 weld joint

Butt joint digunakan untuk menggabungkan dua anggota diselaraskan di bidang sama (pandangan A). Penyambungan ini sering digunakan dalam plat, pelat logam, dan pekerjaan pipa. Penyambungan jenis ini berbentuk persegi atau beralur. Penyambungan sudut dan Tee digunakan untuk menggabungkan dua anggota terletak pada sudut 90 derajat satu sama lain (pandangan B dan C). Didalam potongan melintang, corner joint membentuk bentuk-L, dan tee joint mempunyai bentuk huruf T. Berbagai desain gabungan dari kedua jenis telah dipakai di banyak jenis struktur logam.

Lap joint, adalah dibuat dengan cara memukul-mukul suatu bagian dari logam satu sama lainnya (pandangan D). Hal ini adalah salah satu

dari jenis paling kuat dari penyambungan yang tersedia; bagaimanapun, untuk efisiensi gabungan yang maksimum, anda harus tumpang-tindih logam sedikitnya tiga kali ketebalan dari tertipis anggota yang sedang digabung. Lap joint ini pada umumnya digunakan dengan tembaga obor dan aplikasi las-titik.

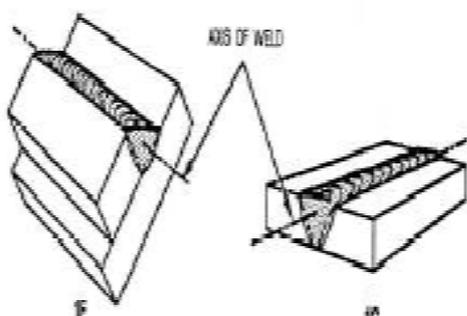
Edge joint digunakan untuk menggabungkan dua tepi atau lebih banyak anggota berbaring di bidang sama. Kasus paling umum, salah satu dari anggota di flens, sebagaimana diperlihatkan pada pandangan E. Ketika jenis penggabungan ini mempunyai beberapa aplikasi dalam platework, itu adalah lebih fixquently digunakan dalam pekerjaan pelat logam. Edge joint harus digunakan untuk logam yang digabung 1/4 inci atau kurang dalam ketebalan itu tidak memperlakukan ke muatan berat.

POSISI LAS

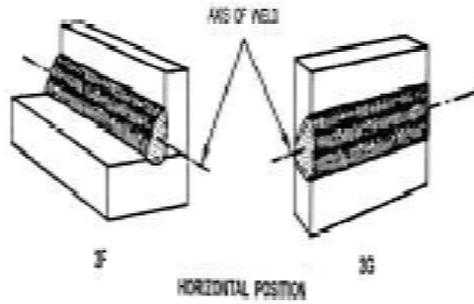
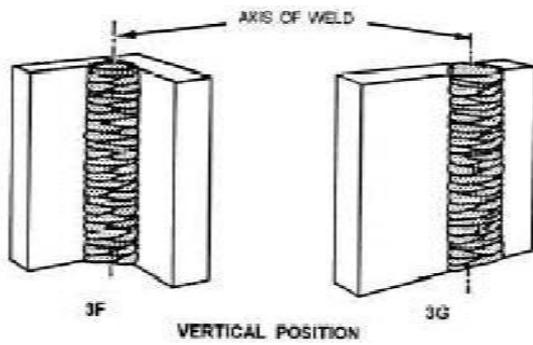
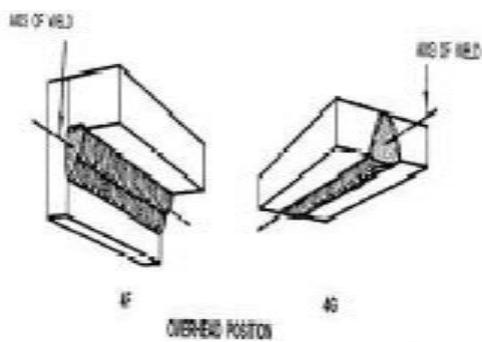
Semua pengelasan dilakukan dalam empat posisi:

1. Rata, 3. Vertikal, atau

2. Horisontal, 4. 'overhead'.

Lasan berbentuk potongan-potongan tipis atau berbentuk alur dapat dibuat di semua posisi ini. Figur berikutnya pertunjukan berbagai posisi digunakan dalam pengelasan plat. Welding Amerika Society (AWS) mengidentifikasikan posisi ini oleh suatu bilangan/tanda huruf; sebagai contoh, posisi 1G mengacu pada suatu las berbentuk alur dibuat dalam posisi rata. Di sini 1 digunakan untuk menunjukan posisi rata dan G menunjukan suatu lasan berbentuk alur. Untuk lasan berbentuk potongan-potongan tipis dibuat dalam posisi rata, angka atau tanda huruf adalah 1F (F untuk potongan-potongan tipis). Bilangan /tanda huruf ini mengacu pada posisi pengujian.

Gambar 3.6 posisi rata

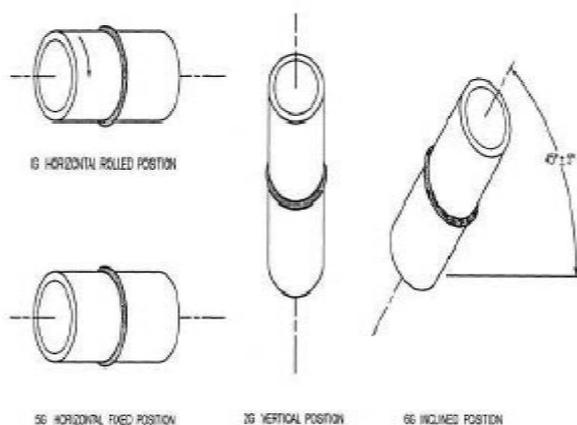
Ini adalah memposisikan suatu tukang las akan diperlukan untuk menggunakan selama test kualifikasi las. Sebagai seorang Steelworker, ada suatu kemungkinan baik itu kapan-kapan anda akan diperlukan untuk menjamin atau melakukan suatu test kualifikasi las; oleh karena itu, adalah penting bahwa anda mempunyai suatu pemahaman yang baik serta bisa menerapkan teknik untuk pengelasan pada setiap posisi pengujian.

Oleh karena gravitasi, posisi dimana anda sedang mengelas mempengaruhi aliran logam pengisi yang dicairkan. Gunakan posisi rata, jika sama sekali mungkin, karena gravitasi menggambar logam dicairkan mengarah ke bawah ke gabungan membuat pengelasan lebih cepat dan lebih mudah. Pengelasan Horisontal adalah suatu lebih sedikit sulit, karena logam yang dicairkan cenderung untuk longgar atau aliran ke arah menurun pada plat lebih rendah. Pengelasan Vertikal dilakukan dalam suatu garis vertikal, biasanya dari bawah ke atas; bagaimanapun, terhadap material tipis ke arah menurun atau downhand mengelas mungkin saja lebih mudah. Posisi 'overhead' adalah posisi yang paling sulit. Karena mengelas logam mengalir mengarah ke bawah, posisi ini memerlukan posisi yang baik untuk menghasilkan pengelasan berkualitas baik.

Gambar 3.7 posisi horizontal

Gambar 3.8 posisi vertikal

Gambar 3.9 posisi di atas kepala

		POSITION OF WELDING			
		FLAT	HORIZONTAL	VERTICAL	OVERHEAD
GROOVE WELDS	BUTT				
	CORNER				
FILLET WELDS	TEE				
	LAP				

Gambar 39 berbagai posisi pengelasan

Didalam pengelasan pipa, ada empat posisi uji dasar yang digunakan. Berpesan bahwa posisi mengacu pada posisi dari pipa, bukan posisi dari pengelasan. Test posisi 1G dibuat dengan pipa di posisi horisontal. Dalam posisi ini, pipa digulung sedemikian rupa sehingga pengelasan dilakukan di posisi rata dengan pipa berputar di bawah busur lingkaran. Posisi ini adalah paling menguntungkan dari semua posisi

pengelasan pipa. Ketika anda sedang mengelas dalam posisi 2G , pipa ditempatkan di posisi vertikal sehingga pengelasan dapat dilakukan di posisi horisontal. Posisi 5G adalah serupa dengan posisi 1G dalam arti bahwa sumbu pipa adalah horisontal. Tetapi, ketika anda sedang menggunakan posisi 5G, pipa tidak diputar atau digulung selama operasi las; oleh karena itu, pengelasan lebih sulit dalam posisi ini. Ketika anda sedang menggunakan posisi 6G untuk pengelasan pipa, sumbu pipa adalah pada sudut 45-derajat dengan horisontal dan pipa tidak tidak digulung. Sejak pipa tidak digulung, pengelasan harus dilakukan dalam seluruh posisi rata, vertikal, horisontal, dan 'overhead'. Jika anda bisa mengelas pipa dalam posisi ini, anda mampu menangani seluruh posisi las lain.

Gambar 3.10 posisi pengelasan pipa

3.9 Prosedur-Prosedur Las

Terdapat banyak faktor-faktor terlibat dalam persiapan penyambungan las. Metoda dan praktek secara rinci digunakan untuk menyiapkan proses pengelasan disebut prosedur las. Sebuah prosedur las mengidentifikasikan seluruh variabel las yang bersangkutan pada suatu pekerjaan atau proyek tertentu.

Secara umum, variabel ini meliputi proses las, jenis dari logam dasar, desain penyambungan, posisi las, jenis pelindung, pemanasan dan persyaratan postheating, setting mesin las, dan persyaratan pengujian.

Prosedur-prosedur las digunakan untuk menghasilkan las yang akan menjumpai persyaratan umum dengan menggunakan kode. Welding Amerika Society (AWS) menghasilkan kode las struktural yang digunakan untuk desain dan konstruksi struktur baja. Kode lain yang digunakan untuk konstruksi dari ketel uap dan kapal bertekanan yang diterbitkan oleh Society Amerika insinyur mesin (ASME). Kode ini menyediakan suatu pemandu standar sebagai bukti praktek serta prosedur-prosedur las.

Sementara itu anda bukan secara langsung bertanggungjawab untuk mengembangkan prosedur-prosedur las, anda bisa ditugaskan pada suatu pekerjaan las yang memerlukan anda untuk mengikuti mereka. Ketika ada pengelasan diperlukan untuk pekerjaan, spesifikasi secara normal memerlukannya untuk dipenuhi sesuai dengan persyaratan kode spesifik. Sebagai contoh, jika unit anda ditugaskan untuk membangun suatu struktur baja yang dilas, spesifikasi dapat memerlukan bahwa semua pengelasan dipenuhi sesuai dengan AWS D1.1 (Welding Struktural Code). Unit kemudian bertanggungjawab untuk memastikan bahwa tukang las ditugaskan untuk pekerjaan yang berkualitas untuk menghasilkan pengelasan sesuai dengan spesifikasi prosedur las ini. Sebuah spesifikasi prosedur las hanya dokumen sederhana yang menyediakan rincian variabel diperlukan untuk suatu aplikasi las spesifik.

Penggunaan kode las struktural, bersama-sama dengan gambar proyek dan spesifikasi, inspektur las mengembangkan suatu spesifikasi prosedur pengelasan yang memenuhi persyaratan dari pekerjaan. Pentingnya dokumen ini adalah bahwa itu meyakinkan bahwa setiap variabel dapat diulangi oleh tukang las berkualitas.

Sekali spesifikasi prosedur las telah berkembang dan berkualitas, tukang las diperlukan untuk melakukan suatu test kualifikasi unjuk kerja pengelasan. Setelah test dilengkapi, contoh pengelasan diuji sesuai dengan persyaratan dari spesifikasi prosedur pengelasan. Anda dapat menggunakan yang manapun, baik test desktruktif atau test nondestructive. Suatu contoh dari test desktruktif adalah test membengkokan- dipandu. Suatu penyinaran test adalah dipertimbangkan nondestructive. Pengujian diskusikan dalam detil lebih besar kemudian dalam pedoman pelatihan ini.

CATATAN:

Ketika anda ditugaskan untuk melakukan suatu pekerjaan las, buat suatu pengujian seksama dari gambar dan spesifikasi. Lihat secara hati-hati di catatan pada gambar dan Bagian 5 (logam) dari spesifikasi. Jika kode spesifik dikutip, beritahu ke penyelia proyek sehingga anda bisa menerima pelatihan diperlukan untuk melakukan hal-hal yang diperlukan dalam pengelasan.

3.10 PERALATAN LAS OXYACETYIENE

Las Gas/Karbit adalah proses penyambungan logam dengan logam (pengelasan) yang mengunakan gas karbit (gas aseteline=$C_{2H2)}$ sebagai bahan bakar, prosesnya adalah membakar bahan bakar gas dengan O_2 sehingga menimbulkan nyala api dengan suhu yang dapat mencairkan logam induk dan logam pengisi. Sebagai bahan bakar dapat digunakan gas-gas aseteline, propana atau hidrogen. Ketiga bahan bakar ini yang

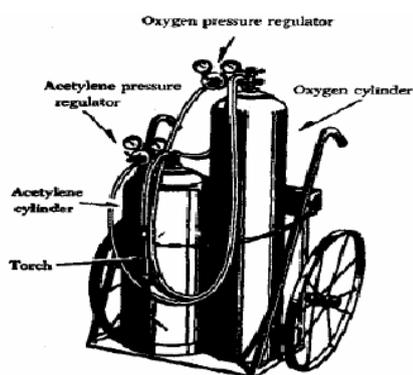
paling banyak digunakan adalah gas aseteline, sehingga las gas pada umumnya diartikan sebagai las oksi-asetelin. Karena tidak mengunakan tenaga listrik, las oksi-asetelin banyak dipakai di lapangan walaupun pemakaiannya tidak sebanyak las busur elektroda terbungkus.

Peralatan las Oxyacetylene dapat berupa stasioner atau portabel. Sebuah alat peralatan portabel terdiri dari berikut:

1. Dua silinder, satu berisi oksigen seorang satu gas karbit.
2. Pengatur tekanan gas karbit dan oksigen, lengkap dengan meteran tekanan dan koneksi.
3. Sebuah obor las, dengan kepala pencampuran, ujung dan koneksi ekstra.
4. Dua selang panjang berwarna, dengan koneksi adaptor untuk obor dan pengatur.
5. Sebuah kunci Inggris.
6. Sepasang pengelasan membelalak.
7. Sebuah batu api\geretan ringan.
8. Sebuah pemadam api.

Peralatan las Oxyacetylene Stasioner adalah serupa dengan peralatan portabel, kecuali gas karbit dan oksigen dipipakan kepada satu atau beberapa stasiun las dari suplai pusat. Suplai pusat biasanya terdiri dari beberapa silinder terhubung ke suatu manifold umum. Sebuah pengatur utama mengontrol tekanan pada setiap manifold untuk memastikan tekanan tetap ke obor las.

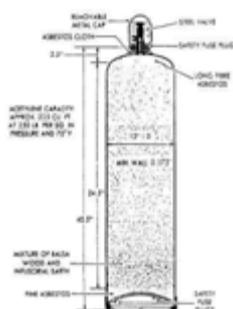
3.11 Gas karbit

Gas karbit adalah mudah terbakar, tidak berwarna yang mempunyai ciri khusus, bau tidak menyenangkan, siap dapat ditemukan bahkan ketika gas dicairkan dengan udara. Tidak seperti oksigen, gas karbit tidak bebas dalam atmosfir; itu harus melakukan manufaktur. Proses tidak sulit maupun mahal. Kalsium-karbit dibuat untuk bereaksi secara kimiawi dengan air untuk menghasilkan gas karbit. Gas karbit digunakan secara langsung dalam suatu sistem manifold atau disimpan dalam silinder. Jika dinyalakan, hasilnya adalah kuning, nyala api penuh asap dengan suatu temperatur rendah. Ketika gas dicampur dengan oksigen di proporsi sesuai dan dinyalakan, hasilnya berwarna biru-putih dengan temperatur yang terbentang dari kira-kira 5,700° untuk 6300° F.

Gambar 3.11 Gas Karbit

Di bawah tekanan rendah pada temperatur normal, gas karbit adalah suatu campuran stabil. Tetapi ketika ditekan dalam suatu kontainer dengan tekanan lebih besar dari 15 p.s.i., itu yang berbahaya dan menciptakan tidak stabil. Untuk alasan ini, pabrikan mengisi silinder tempat penyimpanan gas karbit dengan suatu substansi berpori-pori (secara umum suatu campuran dari asbes dan arang) dan memenuhi

substansi ini dengan aseton. Sejak aseton mempunyai kapabilitas menyerap kira-kira 25 kali volume dari gas karbit itu sendiri, suatu silinder berisi sejumlah aseton yang benar yang dapat ditekan sampai 250 p.s.i.

3.12 Silinder Acetylene

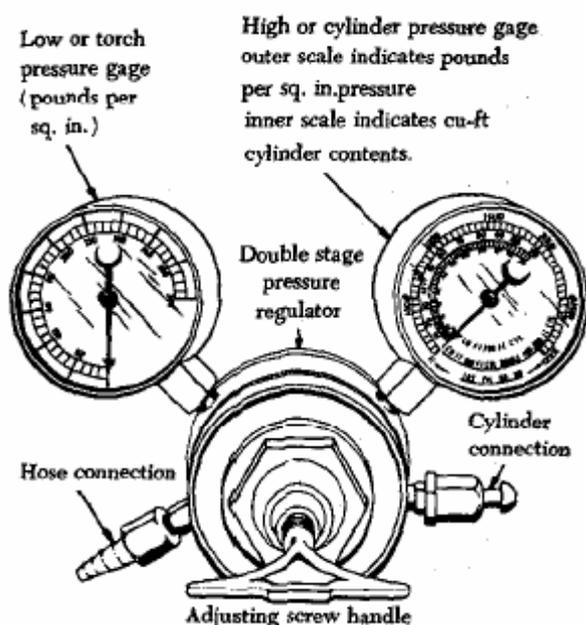
Acetylene-disimpan dalam sebuah tabung di bawah tekanan lebih besar dari 15 psi dapat dibuat untuk merobohkan oleh panas atau kejutan dan mungkin meledak. Di bawah tekanan dari 29,4 psi, acetylene menjadi bahan peledak, dan sedikit kejutan akan menyebabkan ledakan secara spontan. Namun, ketika larut dalam acetone, ia

Gambar 3.12 Acetylene silinder.

dapat dikompresi dalam silinder pada tekanan hingga 250 psi. Silinder asetiline (gambar 3.12) diisi dengan bahan berpori, seperti pohon kayu balsa kayu, arang, diparut dan asbes, untuk mengurangi jumlah ruang terbuka di silinder. Acetone, yang berwarna, mudah terbakar cair, ditambahkan sampai sekitar 40 persen dari bahan berpori terisi penuh. Filler yang bertindak sebagai besar sepon yang menyerap acetone, yang, pada gilirannya, yang menyerap acetylene. Dalam proses ini, volume yang meningkat karena acetone yang menyerap acetylene, sedangkan acetylene, menjadi gas, turun di volume. Acetylene silinder yang dilengkapi dengan plug keselamatan, yang memiliki lubang kecil melalui pusat. Ini adalah lubang diisi dengan logam Alloy, yang mencair di

sekitar 212 ° F atau pada tekanan 500 psi. Ketika sebuah silinder overheat, steker mencair dan mengijinkan acetylene untuk keluar dari tekanan sebelum yang berbahaya dapat membangun. Steker lubang terlalu kecil untuk izin dengan api untuk membakar kembali ke dalam silinder jika diri acetylene harus menjadi ignited.

3.13 Regulator tekanan

Gas karbit dan pengatur oksigen mengurangi tekanan serta mengendalikan aliran gas dari silinder ke obor. Gas karbit dan pengatur oksigen adalah jenis umum sama, walaupun itu dirancang untuk gas karbit tidak dibuat untuk tekanan tinggi seperti yang dirancang untuk penggunaan dengan oksigen. Untuk mencegah pertukaran dari oksigen dan pipa karet gas karbit, pengatur dibuat dengan ulir berbeda pada fitting bagia luar. Pengatur oksigen mempunyai ulir tangan kanan, dan pengatur gas karbit mempunyai ulir tangan kiri.

Pada unit las portabel, setiap pengatur diperlengkapi dengan dua pengukur tekanan, satu pengukur tekanan tinggi yang menunjukan tekanan silinder dan satu pengukur tekanan rendah yang menunjukan tekanan dalam pipa karet mendorong ke arah obor (tekanan-kerja).

Gambar 3.13 pengatur tekanan

Dalam suatu instalasi stasioner, dimana gas dipipakan kepada stasiun las individu, hanya satu pengukur untuk oksigen dan satu untuk gas karbit yang diperlukan untuk masing-masing stasiun las, karena yang diperlukan untuk menunjukan hanya tekanan-kerja dari gas mengalir melalui pipa karet ke obor las.

Pengatur tipikal, lengkap dengan pengukur tekanan dan koneksi, diperlihatkan dalam figur. Adjusting screw diperlihatkan pada bagian depan dari pengatur untuk menyesuaikan tekanan-kerja. Ketika adjusting screw ini diputar ke kiri (berlawanan arah jarum jam) sampai itu memutar dengan mudah, mekanisme klep di dalam pengatur menutup. Tidak ada gas mengalir ke obor. Ketika 'handle' adalah diputar ke kanan (searah jarum jam), sekrup menekan melawan mekanisme pengatur, klep membuka, dan gas mengalir ke obor di tekanan seperti diperlihatkan pada pengukur tekanan kerja. Perubahan dalam tekanan-kerja dapat dibuat dengan cara menyesuaikan 'handle' sampai tekanan diinginkan dicatatkan.

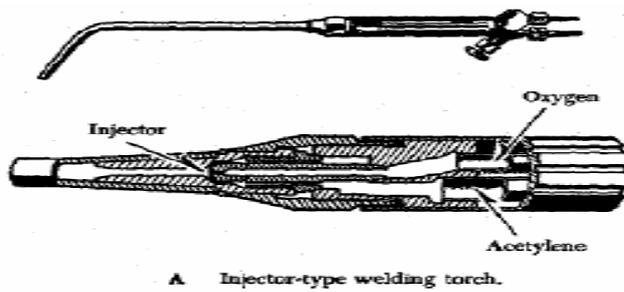
Sebelum membuka klep tekanan tinggi pada silinder, adjusting screw pada pengatur harus yang secara penuh melepaskan dengan cara memutarnya berlawanan arah jarum jam. Ini menutup klep di dalam pengatur, melindungi mekanisme melawan kerusakan yang mungkin.

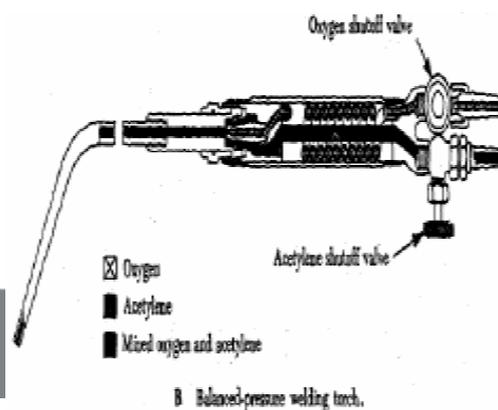
3.14 Obor Las (Welding Torch)

Obor las adalah unit yang digunakan untuk mencampur oksigen dan gas karbit bersama-sama dalam perbandingan yang benar. Obor juga menyediakan makna dari pengarahan dan pengontrolan ukuran serta kualitas nyala api yang dihasilkan. Obor dirancang dengan dua katup jarum, satu untuk menyesuaikan aliran gas karbit dan yang satu lagi untuk menyesuaikan aliran oksigen. Obor las dibuat dalam ukuran dan gaya berbeda, dengan demikian menyediakan suatu jenis tepat untuk aplikasi berbeda. Mereka juga tersedia dengan beberapa ukuran berbeda dari ujung dapat dipertukarkan agar supaya sejumlah panas dapat diperoleh untuk mengelas berbagai macam dan ketebalan logam.

Obor las dapat dibagi menjadi dua kelas:

1. Jenis injektor dan
2. Jenis tekanan yang diseimbangkan.

Obor jenis-injektor (gambar A) adalah dirancang untuk beroperasi dengan tekanan gas karbit sangat rendah dibandingkan dengan tekanan oksigen. Sebuah jalan terusan atau alat pemercik sempit di dalam obor, disebut injektor, yang mana oksigen bisa melewati, menyebabkan kecepatan dari aliran oksigen meningkat dengan kecepatan tinggi dengan suatu tekanan turun. Tekanan jatuh ini melintasi injektor menciptakan suatu tekanan diferensial yang bertindak untuk menggambar sejumlah gas karbit diperlukan ke kamar pencampuran dalam kepala obor.

Gambar 3.14 jenis injektor

Dalam tekanan diseimbangkan, obor, oksigen dan gas karbit adalah keduanya diberi makan ke obor di tekanan sama (gambar B). Pembukaan pada kamar pencampuran untuk masing-masing gas adalah sama dalam ukuran, dan mengirimkan dari masing-masing gas dengan bebas terkontrol. Jenis obor ini secara umum lebih baik cocok untuk pengelasan pesawat terbang dibandingkan jenis injektor oleh karena mudah dalam penyetelan.

Gambar 3.15 jenis tekanan yang diseimbangkan

3.15 Mensetting peralatan las karbit

Mensetting peralatan las gas karbit dan menyiapkan untuk pengelasan harus dilakukan secara sistematis serta dalam suatu perintah terbatas untuk menghindari kesalahan mahal. Prosedur-prosedur dan instruksi berikut adalah tipikal itu digunakan untuk meyakinkan keselamatan dari peralatan serta personil:

1. Mengamankan silinder sehingga mereka tidak dapat diganggu, dan lepas sarung pelindung dari silinder.
2. Buka setiap silinder shutoff klep untuk sekejap untuk memadamkan hal asing apapun itu mungkin saja mengendap dalam 'outlet'. Tutup klep dan bersihkan koneksi dengan suatu kain bersih.
3. Hubungkan regulator tekanan gas karbit ke silinder gas karbit dan pengatur oksigen ke silinder oksigen. Gunakan suatu pengatur kunci Inggris dan kencangkan mur-mur penghubung untuk mencegah kebocoran.
4. Hubungkan pipa karet merah ke regulator tekanan gas karbit dan pipa karet hijau (atau hitam) pipa karet ke pengatur oksigen. Kencangkan mur-mur penghubung untuk mencegah kebocoran. Jangan beri tenaga berlebih pada koneksi ini, karena ulir ini dibuat dari kuningan dan mudah rusak.

5. Melepaskan keduanya, yaitu sekrup penyetel regulator tekanan dengan cara memutarkan 'handle' sekrup penyetel pada setiap pengatur berlawanan arah jarum jam sampai berputar bebas. Hal ini untuk menghindari umur tanggul ke pengatur dan pengukur tekanan ketika klep silinder dibuka.

6. Buka klep silinder secara pelan-pelan dan baca setiap pengukur tekanan silinder untuk memeriksa isi pada setiap silinder. Shutoff klep oksigen silinder harus dibuka penuh dan shutoff klep silinder gas karbit dibuka kira-kira satu serta satu-setengah putaran.

7. Padamkan setiap pipa karet dengan cara memutarkan handle skrup penyetel tekanan menuju ke dalam (searah jarum jam) putar itu keluar lagi. Pipa karet gas karbit harus dipadamkan hanya dalam suatu ruang berventilasi baik yang mana harus bebas dari percikan, nyala api, atau sumber lain dari pengapian.

8. Hubungkan keduanya, yaitu pipa karet kepada obor dan periksa koneksi untuk kebocoran dengan cara memutarkan sekrup regulator tekanan kedalam, dengan obor katup jarum menutup. Ketika 20 p.s.i. menunjukkan pengukuran tekanan-kerja oksigen dan 5 p.s.i. pengukur gas karbit, menutup klep dengan cara memutarkan sekrup regulator tekanan keluar. Tekanan drop pada pengukur kerja menunjukan suatu kebocoran antara pengatur dan ujung obor. Pengencangan secara umum dari semua koneksi harus memperbaiki situasi. Jika itu yang diperlukan untuk menempatkan suatu kebocoran, gunakan metoda buih sabun. Lakukan dengan cara mengecat semua perabot dan koneksi dengan suatu solusi tebal dari air bersabun. Tidak pernah berburu untuk suatu kebocoran gas karbit dengan nyala api, karena ledakan serius bisa terjadi dalam pipa karet atau dalam silinder.

9. Lakukan penyesuaian tekanan-kerja terhadap keduanya, yaitu oksigen dan pengatur gas karbit dengan cara memutarkan sekrup

penyetel tekanan pada pengatur searah jarum jam sampai setingan yang diinginkan diperoleh.

3.16 Proses las Oxyacetylene

Proses pengelasan oxyacetylene adalah suatu metoda dimana gas karbit dan gas oksigen digunakan untuk menghasilkan nyala api pengelasan.Temperatur nyala api ini kira-kira 6,300° F., cukup tinggi untuk melelehkan logam komersial manapun untuk mempengaruhi suatu pengelasan. Ketika nyala api oxyacetylene diterapkan untuk ujung atau tepi dari bagian-bagian logam, mereka dengan cepat meningkat ke suatu keadaan bagian peleburan dan berpadu jadi satu membentuk bagian padat (solid) ketika dikeraskan. Biasanya beberapa logam tambahan ditambahkan ke pengelasan, dalam bentuk kawat atau batang, untuk membangun pengelasan klem pada ketebalan yang lebih besar dibandingkan logam dasar.

Terdapat tiga jenis dari nyala api pada umumnya digunakan untuk pengelasan yaitu netral, mengurangi atau carbur-izing, dan mengoksidasi.

Nyala api netral (gambar A) diproduksi dengan pembakaran gas karbit dengan oksigen secara proporsional untuk mengo11dasi semua partikel dari karbon dan hidrogen dalam gas karbit. Nyala api ini dibedakan oleh melingkar(well-rounded), halus, berbentuk kerucut pusat putih yang tergambar jelas pada ujung ujungnya. Nyala api luar adalah biru dengan suatu sedikit warna warna ungu di titik dan tepi. Sebuah nyala api netral secara umum digunakan untuk pengelasan dan memberikan secara menyeluruh memadukan pengelasan, membebaskan dari logam yang terbakar atau noda keras.

Untuk memperoleh nyala api netral, secara gradual buka klep oksigen. Ini memendekkan nyala api gas karbit dan menyebabkan feather untuk

terlihat dalam amplop nyala api. Secara gradual meningkatkan sejumlah oksigen sampai "feather" menghilang lenyap di dalam suatu kerucut berkilauan yang bagian dalam tergambar jelas. Mengurangi atau carburizing nyala api diperlihatkan dalam gambar B. Sejak oksigen dilengkapi melalui obor tidak cukup untuk melengkapi pembakaran dari gas karbit, karbon melepas unbumed. Nyala api ini dapat dikenali dengan warna putih- kehijau-hijauan pada kerucut ke dua di ujung kerucut pertama. Nyala api luar sedikit berkilauan dan mempunyai tentang kemunculan sama sebagai suatu pembakaran nyala api gas karbit dengan bebas di udara sendiri. Jenis ini dari nyala api memperkenalkan karbon ke baja.

Untuk memperoleh nyala api berkurang, pertama melakukan penyesuaian nyala api ke netral; kemudian membuka klep gas karbit sedikit untuk menghasilkan suatu aliran putih atau "bulu" dari gas karbit pada ujung kerucut bagian dalam.

Gambar 3.16 nyala api netral (A)

Gambar 3.17 nyala api reducing (B)

Gambar 3.18 nyala api oksidasi (C)

Nyala api oksidasi (gambar C) berisi suatu oksigen yang berlebihan, yang mana hasilnya terlalu banyak oksigen melintasi obor. Oksigen tidak mengkonsumsi dalam jalan keluar nama untuk bersatu dengan logam. Nyala api ini dapat dikenali dengan ciri pendek, ditunjuk, kerucut pusat berwarna putih-kebiru-biruan. Nyala api luar juga lebih pendek dan warna biru lebih ringan dibandingkan nyala api netral. Itu disertai oleh suatu bunyi kasar serupa dengan udara tekanan tinggi melepaskan melalui suatu alat pemercik kecil. Nyala api ini mengo11dasi atau membakar sebagian besar logam dan menghasilkan dalam suatu lasan berpori-pori. Itu digunakan saat pengelasan kuningan atau perunggu.

3.17 Brazing

Brazing adalah proses dari penggabungan logam dengan cara memanaskan logam dasar sampai temperatur di atas 800°F dan menambahkan suatu logam pengisi nonferrous yang melelehkan di bawah logam dasar. Didalam tembaga, logam pengisi digambar ke sambungan oleh aksi apiler dan didalam las brazes itu didistribusikan dengan cara menyepuh timah. Brazing kadang-kadang disebut dengan pematrian keras atau pematrian perak karena logam pengisi adalah pateri keras atau campuran logam dasar perak. Kedua proses memerlukan desain gabungan yang berbeda.

Brazing menawarkan keuntungan-keuntungan penting pada proses penggabungan logam lain. Itu tidak mempengaruhi perlakuan panas dari logam asli sebanyak pengelasan yang dikerjakan, atau pun itu melengkungkan logam sebanyak mungkin. Keuntungan utama dari brazing adalah bahwa itu memungkinkan untuk menggabungkan logam berlainan.

3.18 Peralatan

Brazing memerlukan tiga item dasar yaitu memerlukan sumber panas, logam pengisi, dan flux.

3.19 Alat pemanas (Heating devices)

Sumber panas tergantung pada jenis dan sejumlah tembaga diperlukan. Jika anda sedang melakukan pekerjaan produksi dan bagiannya cukup kecil, mereka dapat diletakkan pada suatu tungku

perapian dan brazed tiba-tiba. Obor Individual dapat dipasang dalam kelompok-kelompok untuk pekerjaan lini perakitan, atau bisa menggunakan oxyacetylene individual atau obor Mapp-oxygen ke item yang melas individual.

3.20 Logam Pengisi (filler metal)

Logam Pengisi yang digunakan dalam brazing adalah logam non-ferro atau campuran logam yang mempunyai suatu temperatur peleburan di bawah logam dasar, tetapi di atas 800°F. Logam Pengisi harus mempunyai kemampuan untuk basah dan mengikat dengan logam dasar, mempunyai stabilitas, dan tidak terlalu sering mudah menguap. Paling umum logam pengisi yang digunakan adalah campuran dasar perak. Logam pengisi brazing tersedia dalam batang, kawat, preformed, dan bentuk bubuk. Logam pengisi brazing meliputi delapan kelompok sebagai berikut :

- Campuran logam dasar perak
- Campuran logam aluminum-silikon
- Tembaga
- Campuran logam tembaga-seng (kuningan)
- Campuran logam tembaga-fosfor
- Paduan emas
- Paduan-nikel
- Paduan maknesium

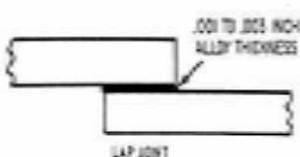
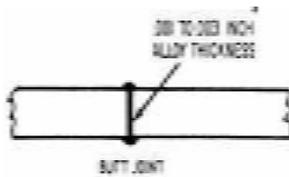
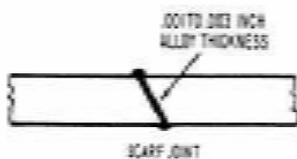
3.21 Fluxes

Proses brazing memerlukan penggunaan suatu flux. Flux substansinya ditambahkan ke permukaan logam untuk menghentikan pembentukan oksida apapun atau zat-pencemar serupa yang dibentuk selama proses brazing. Flux meningkatkan keduanya, yaitu aliran logam pengisi tembaga dan kemampuan nya untuk menancapkan ke logam dasar. Itu membentuk suatu penyambungan yang kuat dengan cara membawa logam pengisi brazing masuk segera dengan logam-logam tak murni akumulatif dan mengijinkan pengisi untuk menembus pori-pori dari logam.

Anda harus secara hati-hati memilih flux untuk setiap operasi brazing. Biasanya label pabrikan menetapkan jenis logam untuk menjadi brazed dengan flux. Faktor-faktor berikut harus mempertimbangkan ketika anda sedang menggunakan suatu flux :

- Logam dasar atau logam yang digunakan
- Logam pengisi brazing
- Sumber panas yang digunakan

3.22 DESAIN GABUNGAN

Didalam brazing, logam pengisi didistribusikan oleh aksi kapiler. Ini memerlukan sambungan ke yang mempunyai toleransi dekat dan cocok benar untuk menghasilkan suatu ikatan kuat. Brazing mempunyai tiga desain gabungan dasar yaitu Putaran(lap), puntung(butt), dan Scarf. Penggabungan ini dapat ditemukan didalam Flat, Putaran, Berbentuk pipa, atau bentuk tak beraturan.

Gambar 3.19 lap joint

Gambar 3.20 butt joint

Gambar 3.21 Scarft joint

3.23 Lap Joints

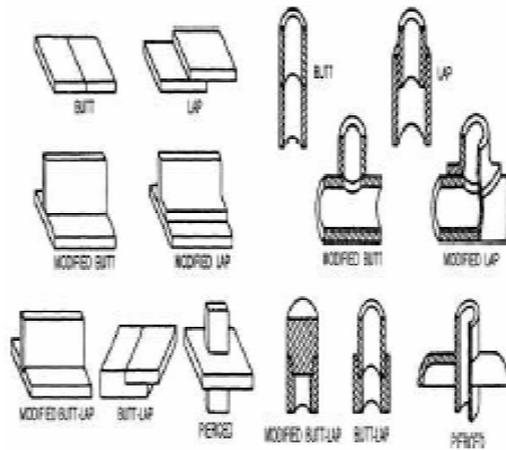
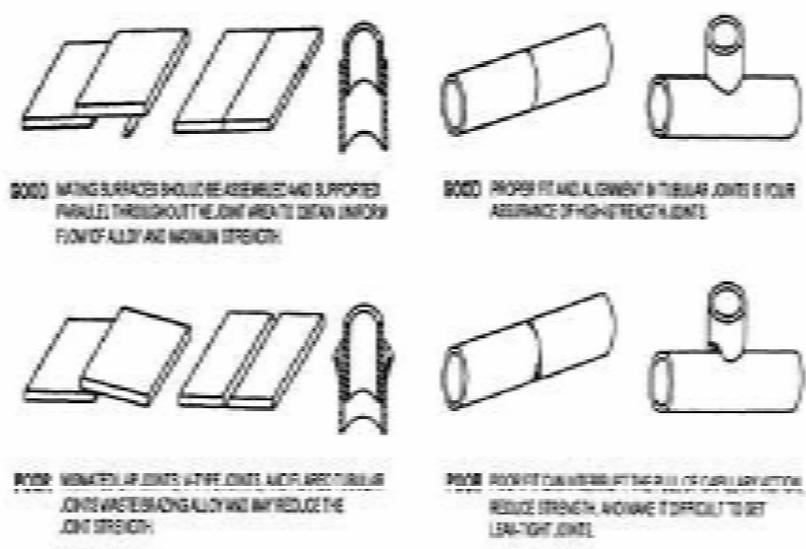
Lap joint adalah salah satu dari paling kuat dan sebagian besar sering menggunakan penyambungkan dalam brazing, terutama dalam pekerjaan pipa. Kerugian utama dari lap joint adalah peningkatan ketebalan dari hasil akhir. Untuk kekuatan maksimum, overlap harus sedikitnya tiga kali ketebalan dari logam. Clearance 0.001-inch sampai 0.003-inch antara anggota gabungan menyediakan kekuatan terbesar dengan logam pengisi brazing dasar keperak-perakan. Anda harus mengambil tindakan pencegahan untuk mencegah ekspansi panas dari penutupan penyambungan yang mempunyai toleransi dekat.

3.24Butt joint

Butt joint dibatasi dalam ukuran sehingga bagian tertipis menjadi kekuatan penyambungan yang begitu maksimum mustahil. Kekuatan butt joint dapat dimaksimalkan dengan cara memelihara jarak penyambungan dari 0.001 sampai 0.003 inci didalam penyelesaian brazing. Tepi pada penyambungan harus dengan persegi sempurna untuk memelihara jarak seragam antara semua bagian-bagian penyambungan. Butt joint biasanya digunakan di mana ketebalan ganda dari suatu lap joint tidak diinginkan. Ketika ketebalan logam ganda tak dapat disetujui dan anda memerlukan lebih banyak kekuatan, setengah las adalah satu pilihan baik.

3.25Scarft joint

Scarft joint menyediakan suatu area ditingkatkan dari ikatan tanpa meningkatkan ketebalan dari penyambungan. Area ikatan tergantung pada potongan sudut scarft untuk penyambungan. Biasanya, area dari ikatan dua sampai tiga kali dari pada suatu butt joint diinginkan. Sudut scarft 30 derajat memberikan suatu area ikatan dua kali dari pada suatu butt joint 90 derajat, dan suatu sudut 19 1/2 derajat meningkatkan area ikatan tiga kali.

Gambar di bawah memperlihatkan beberapa variasi dari puntung (butt) dan putaran (lap) penyambungan yang dirancang untuk menghasilkan hasil brazing baik. Sebuah perbandingan hasil pekerjaan yang baik dan tidak baik dapat dilihat pada gambar di bawah ini

Gambar 3.22 hasil pekerjaan baik dan tidak baik (A)

Gambar 3.23 hasil pekerjaan baik dan tidak baik (B)

3.26 PROSEDUR-PROSEDUR BRAZING

Prosedur untuk brazing persis seperti pengelasan oxyacetylene. Logam yang diperlukan dibersihkan dengan cara mekanik, kimia, atau suatu kombinasi keduanya untuk memastikan mengikat dengan baik. Bagian Kedua-duanya harus dipasangkan dengan baik dan didukung untuk mencegah kekosongan dalam penyambungan atau pergerakan kebetulan selama brazing serta operasi pendinginan.

3.27 Persiapan Permukaan(Surface Preparation)

Permukaan dari logam harus dibersihkan untuk aksi kapiler untuk berlangsung. Jika perlu permukaan dibersihkan dengan cara dicelupkan dalam asam. Hilangkan asam dengan cara mencuci permukaan dengan air hangat. Untuk pembersihan mekanik, gunakan wol baja, kikir (file), atau kertas ampelas. Jangan menggunakan suatu roda pengasah atau kain ampelas, karena partikel atau minyak abrasif mungkin melekat dalam logam.

3.28Dukungan Kerja(Work Support)

Dukungan pekerjaan bagi pekerjaan brazing sangat menentukan baik tidaknya hasil pekerjaan tersebut. Untuk mendukung agar hasil

pekerjaan dari brazing itu baik salah satunya menggunakan penjepit. Hal ini adalah penting karena jika gabungan bergerak selama proses brazing, ikatan akhir akan lemah dan mengarah kepada kegagalan.

3.29Fluxing

Metoda dari aplikasi bervariasi, tergantung atas bentuk flux sedang digunakan dan jenis logam anda adalah brazing. Mengacu pada material pada flux digambarkan sebelumnya. Itu adalah benar-benar penting bahwa flux adalah tepat untuk pekerjaan anda.

3.30Brazing

Tahap berikutnya harus memanaskan bagian-bagian pada temperatur brazing yang benar. Lakukan penyesuaian nyala api obor (oxygas) pada nyala api netral karena nyala api ini memberikan hasil terbaik di bawah syarat-syarat normal. Nyala api reducing menghasilkan suatu sambungan yang luar biasa dan terlihat rapi, tetapi kekuatan dikorbankan.

Nyala api oksidasi akan menghasilkan sambungan kuat tetapi itu mempunyai suatu permukaan terlihat kasar.

3.31 Pematrian (Soldering)

Informasi berikut akan membantu anda dalam belajar keterampilan dasar mematri. Itu seharusnya membantu anda bahwa pada kawat patri bisa dikerjakan dengan baik ke connectors elektrik, sambungan, dan pelat sambung terminal dan telah diskusikan lebih awal dalam bab ini. Keterampilan dan pendidikan khusus diperlukan untuk teknik pematrian

yang digunakan dalam papan rangkaian cetak serta perbaikan komponen microminiature.

3.32Proses Soldering (Soldering Process)

Kebersihan adalah hal-hal penting untuk efisien dalam pelaksanaan pematrian yang efektif. Patri tidak akan melekat dikotoran, berminyak, atau permukaan yang mengalami oksidasi. Logam yang dipanaskan cenderung untuk mengoksidasi dengan cepat. Ini adalah melakukan penalaran oksida, skala, dan kotoran harus menghilangkan dengan cara kimia atau mekanik. Lumas atau film minyak dapat dihilangkan dengan suatu bahan pelarut yang tepat. Koneksi untuk yang disolder harus dibersihkan tepat sebelum operasi pematrian aktual.

Item untuk yang disoldered seharusnya secara normal "disepuh timah" sebelum membuat suatu koneksi mekanik. Penyepuhan dengan timah adalah pelapisan dari material untuk disolder dengan suatu mantel ringan dari patri. Ketika permukaan dibersihkan dengan baik, tipis, lapisan dari flux harus ditempatkan pada permukaan untuk disepuh timah.

3.33 Kawat dan Kabel Tembaga yang Disepuh Dengan Timah (Tinning Copper Wire and Cable)

Kawat yang disolder pada connectors harus dilepaskan sedemikian rupa sehingga ketika kawat ditempatkan di barrel, akan menciptakan gap kira-kira 1/32 inci antara ujung dari barrel dan ujung dari isolasi. Hal ini adalah dilakukan untuk mencegah pembakaran isolasi selama proses pematrian dan untuk memungkinkan kawat untuk melenturkan lebih mudah di suatu titik tekanan. Sebelum kawat tembaga solder ke connectors, ujung diarahkan dengan cara bagian yang terkelupas disepuh timah untuk memegang elemen dengan tangguh bersama-sama. Operasi penyepuhan dengan timah memuaskan ketika ujung dan sisi elemen

kawat dipadukan bersama-sama dengan suatu mantel dari patri. Jangan sampai kawat timah itu mengganggu pada terminal solderless atau sambungan.

PROSEDUR UNTUK KAWAT TEMBAGA PENYEPUHAN TIMAH DENGAN sebuah BESI PEMATRIAN pada bidang, kawat lebih kecil dibandingkan ukuran No. 10 dapat disepuh timah dengan suatu besi pematrian dan patri sebagai berikut:

1. Pilih besi pematrian dengan kapasitas panas benar untuk tebalnya kawat (lihat tabel/meja). Yakinkan bahwa besi dibersihkan dan sangat baik disepuh timah.

2. Start dengan cara memegang ujung besi dan patri bersama-sama pada kawat sampai patri mulai mengalir.

3. Gerakkan besi pematrian ke sisi berlawanan dari kawat dan timah setengah menjadi target panjangnya dari konduktor.

RENUNGAN DAN REFLEKSI

Kecerobohan dan kelengahan saat melaksanakan pekerjaan welding, brazing, soldering dan bonding akibat dari tidak disiplinnya para teknisi sering menghasilkan pekerjaan yang tidak maksimal. Untuk menghasilkan pekerjaan yang diharapkan maka penting bagi semua untuk selalu disiplin dan mengikuti prosedur yang sudah diterapkan. Janganlah bosan untuk selalu taat aturan walaupun sudah berulang kali dilaksanakan karena disitulah kunci keselamatan kerja da hasil pekerjaan yang diharapkan.

Perlu disadari juga bahwa kita sebagai manusia tidak terlepas dari suatu kesalahan baik dilakukan dengan sengaja maupun tidak. Oleh karena itu kita senantiasa memohon dan meminta perlindungan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa agar diberi perlindungan agar terhindar dari segala macam yang tidak diinginkan baik dilingkungan kerja atau dimanapun kita berada. Sehingga apa yang kita harapkan dan kita inginkan bisa terwujud yaitu hidup bahagia dan sejahtera.

Pada Bab selanjutnya, Kamu akan mempelajari materi tentang Melaksanakan *Aircraft Weight and Balance* pada komponen pesawat udara tersebut. Dengan materi tersebut, memberikan manfaat bagi kamu untuk dapat diterapkan dalam pekerjaan perawatan komponen pesawat udara. Kiranya dengan mempelajari materi tersebut Kamu akan lebih bersyukur akan karunia Tuhan, karenanya masih dilimpahkan kemampuan untuk mempelajari materi yang bermanfaat.

Rangkuman

Pengelasan adalah proses penyatuan logam dengan cara menggabungkan bahan material saat mereka dalam suatu plastik atau keadaan sedang dicairkan. Terdapat tiga jenis umum pengelasan:

1. Gas,
2. Busur elektrik, dan
3. Pengelasan resistansi Elektrik.

Weld joint adalah menyatukan dimana dua atau lebih banyak bagian-bagian logam digabung dengan cara mengelas. Lima jenis dasar dari weld joint adalah sambungan datar (butt), sudut (corner), tee, tumpang (lap), dan tepi (edge).

Semua pengelasan dilakukan dalam empat posisi:

1. Rata, 3. Vertikal, atau

2. Horisontal, 4. 'overhead'.

Terdapat banyak faktor-faktor terlibat dalam persiapan penyambungan las. Metoda dan praktek secara rinci digunakan untuk menyiapkan proses pengelasan disebut prosedur las. Sebuah prosedur las mengidentifikasikan seluruh variabel las yang bersangkutan pada suatu pekerjaan atau proyek tertentu.

Secara umum, variabel ini meliputi proses las, jenis dari logam dasar, desain penyambungan, posisi las, jenis pelindung, pemanasan dan persyaratan postheating, setting mesin las, dan persyaratan pengujian.

Brazing adalah proses dari penggabungan logam dengan cara memanaskan logam dasar sampai temperatur di atas 800°F dan menambahkan suatu logam pengisi nonferrous yang melelehkan di bawah logam dasar. Didalam tembaga, logam pengisi digambar ke sambungan oleh aksi apiler dan didalam las brazes itu didistribusikan dengan cara menyepuh timah. Brazing kadang-kadang disebut dengan pematrian keras atau pematrian perak karena logam pengisi adalah pateri keras atau campuran logam dasar perak.

Kebersihan adalah hal-hal penting untuk efisien dalam pelaksanaan pematrian yang efektif. Patri tidak akan melekat dikotoran, berminyak, atau permukaan yang mengalami oksidasi. Logam yang dipanaskan cenderung untuk mengoksidasi dengan cepat. Ini adalah melakukan penalaran oksida, skala, dan kotoran harus menghilangkan dengan cara kimia atau mekanik. Lumas atau film minyak dapat dihilangkan dengan suatu bahan pelarut yang tepat. Koneksi untuk yang disolder harus dibersihkan tepat sebelum operasi pematrian aktual.

Evaluasi

E. Evaluasi Diri

Penilaian Diri					
Evaluasi diri ini diisi oleh siswa, dengan memberikan tanda ceklis pada pilihan penilaian diri sesuai kemampua siswa bersangkutan.					
No	**Aspek Evaluasi**	**Penilaian diri**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
A	**Sikap**				
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
B	**Pengetahuan**				
1	Saya mampu memahami pekerjaan *Welding, Brazing, Soldering and Bonding*				
C	**Keterampilan**				
1	Saya mampu melakukan pekerjaan *Welding, Brazing, Soldering and Bonding*				

F. Review

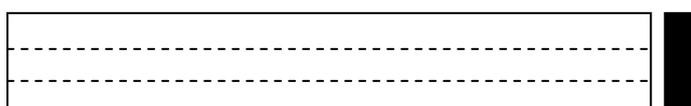
1. Mengapa pengelasan adalah salah satu dari paling banyak digunakan dalam proses menggabungan logam?
2. Sebutkan 3 jenis pengelasan umum yang kamu ketahui!

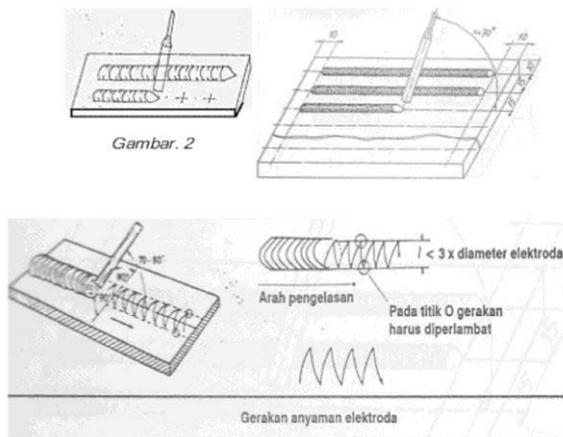
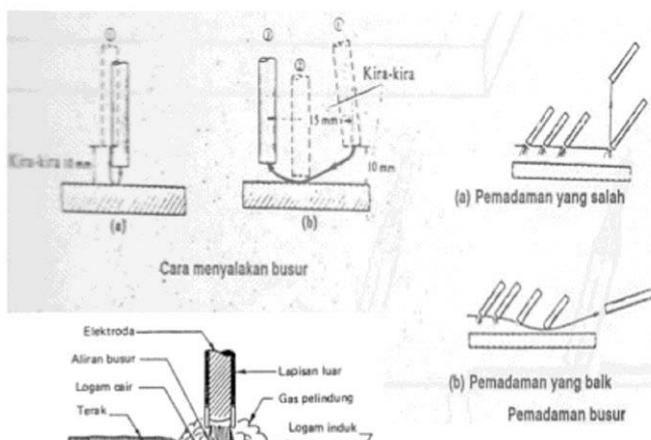
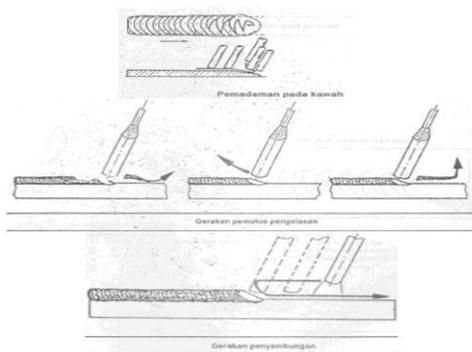
3. Apa yang dimaksud dengan weld joint?
4. Sebutkan 4 posisi pengelasan yang kamu ketahui!
5. Apa yang terjadi pada saat melakukan pengelasan dengan menggunakan busur listrik batang elektroda menempel pada bidang kerja yang dilas?
6. Apa yang terjadi pada saat melakukan pengelasan dengan menggunakan busur listrik batang elektroda terlalu jauh pada bidang kerja yang dilas?
7. Apa yang terjadi pada saat melakukan pengelasan selanjutnya dengan menggunakan busur listrik teraknya tidaknya dibersihkan terlebih dahulu pada bidang kerja yang dilas?
8. Apa yang terjadi jika pemilihan amper dan elektroda tidak sesuai dengan ketebalan pelat?
9. Apa yang dimaksud dengan brazing?
10. Apa yang dimaksud dengan soldering?

G. Penerapan

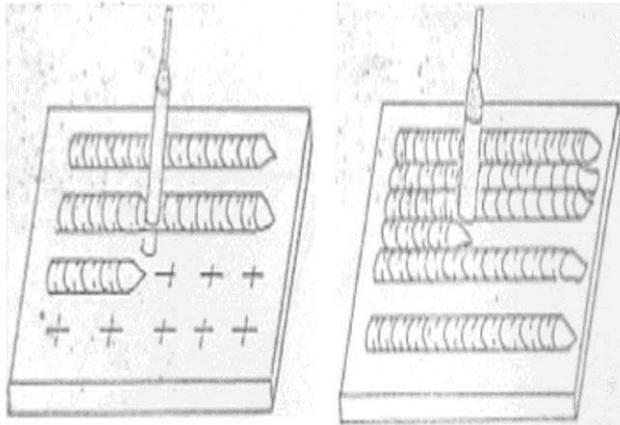
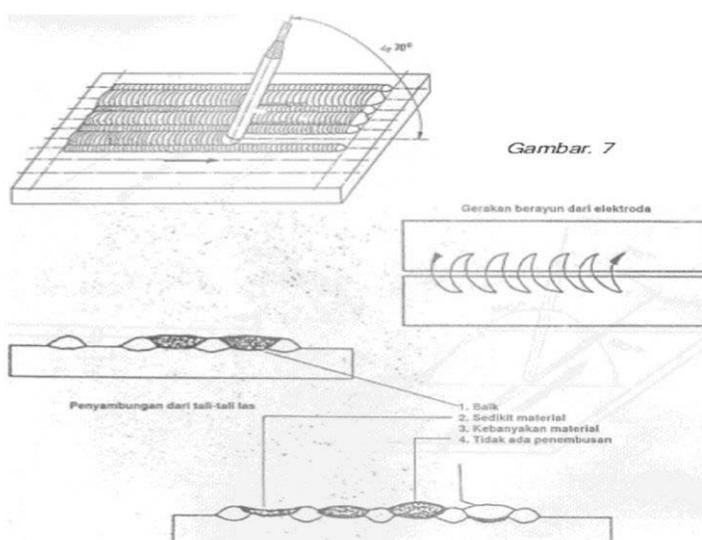
H. Tugas Proyek

Job sheet 1

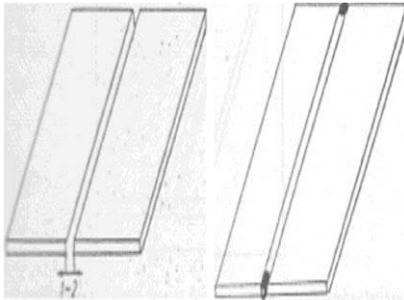
1. Siapkan bahan pelat 250x30x3 mm, sebanyak 2 lembar
2. Letakkan benda kerja di atas meja las
3. Ukur dan tandai atau gores pada permukaan benda kerja dengan pena penggores atau kapur (lihat gambar 3.24)

Gambar 3.24

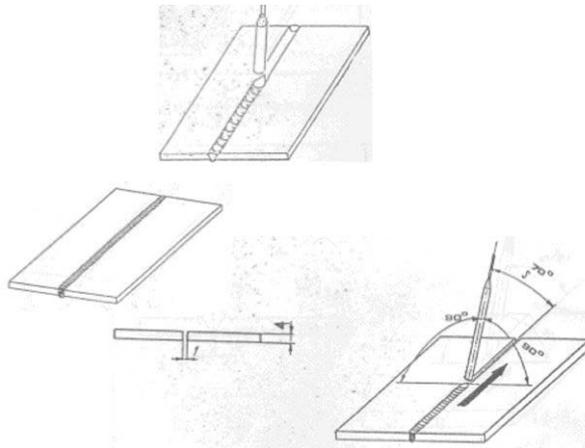
4. Pilih arus(amper) dan elektroda yang sesuai dengan tebal pelat
5. Pengelasan dilakukan dari kiri ke kanan dengan posisi flat(horizontal)
6. Petunjuk proses pengelasan lihat gambar dibawah
7. Bila kampuh pertama selesai, bersihkan dulu teraknya
8. Lanjutkan ke baris yang lain dari sisi pelat sebelahnya hingga selesai
9. Bersihkan teraknya
10. Ulangi tahapan proses pengelasan di atas terhadap pelat lainnya dengan posisi pengelasan dari arah atas ke bawah
11. Amati hasinya dan catat hasi pengamatan tersebut

Gambar 3.25

Gambar 3.26

Gambar 3.27

Job sheet 2

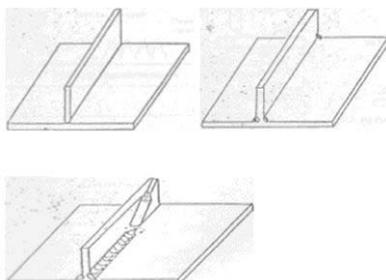
1. Gunakan pelat hasil praktek latihan pada jobsheet 1
2. Atur arus(amper)
3. Las seperti pada gambar di bawah
4. Elektroda bergerak berayun
5. Bersihkan teraknya

Gambar 2.28

Gambar 2.29

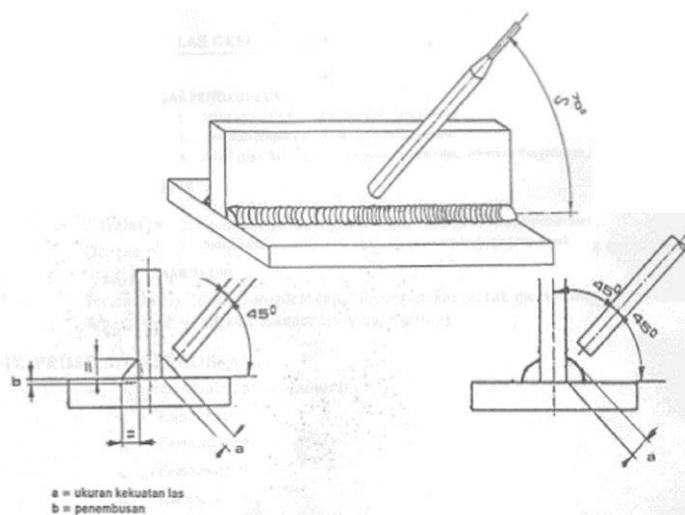
Job sheet 3

1. Siapkan bahan pelat 250x30x3 mm, sebanyak 2 lembar
2. Letakkan benda kerja di atas meja las seperti pada gambar

Gambar 3.30

3. Ikat kedua ujungnya dengan pengelasan (tack welding)
4. Elektroda, arus(amper) dan tebal benda kerja harus sesuai
5. Mengelas dari ke kanan
6. Posisi elektroda seperti pada gambar
7. Bersihkan teraknya
8. Lakukan seperti langkah-langkah di atas untuk setelahnya

Gambar 3.31

Job sheet 4

1. Siapkan bahan pelat 250x30x3 mm, sebanyak 2 lembar
2. Letakkan benda kerja di atas meja las seperti pada gambar

Gambar 3.32

3. Ikat kedua ujungnya dengan pengelasan (tack welding)
4. Elektroda, arus(amper) dan tebal benda kerja harus sesuai
5. Mengelas dari ke kanan
6. Posisi elektroda seperti pada gambar
7. Bersihkan teraknya
8. Lakukan seperti langkah-langkah di atas untuk setelahnya

Gambar 3.33

Rubrik Penilaian

5. Indeks nilai kuantitatif dengan skala 1 – 4

6. KKM : Pengetahuan : $\geq$ 2.66 (Baik)

   Keterampilan : $\geq$ 2.66 (Baik)

   Sikap : $\geq$ 2.66(Baik)

7. Skor Siswa = $\frac{Skor}{Skor\ Tertinggi}\ x\ 4 = skor\ akhir$

8. Konversi klasifikasi nilai kualitatif :

Konversi nilai akhir		Predikat	Klasifikasi
Skala 1- 4	Skala 0–100		
4	86 -100	A	Sangat Terampil/ Sangat Baik
3.66	81- 85	A-	

G. Penilaian

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria, yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

4. Nilai sikap diperoeh dari observasi selama kegiatan belajar
5. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban tugas evaluasi (Review dan Penerapan) yang diberikan.
6. Nilai keterampilan diperoleh dari hasil unjuk kerja tugas proyek yang dilaksanakan siswa.

PENILAIAN HASIL BELAJAR

Nama Siswa : ....

KD : 1. Melaksanakan dan menginspeksi pekerjaan *Welding, Brazing, Soldering and Bonding* pada komponen pesawat

2. Penilaian Sikap

Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai

No	Aspek Penilaian	Nilai			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai / 4)				

2. PenilaianPengetahuan

Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar hasil pemeriksaan jawaban evaluasi yang diberikan

No.	Aspek Penilaian	Nilai
1	Review	
2	Penerapan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai / 2)	

3. Penilaian Keterampilan

Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar hasil pemeriksaan jawaban evaluasi yang diberikan

No.	Aspek Penilaian	Nilai
1	Tugas Proyek	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai / 2)	

Kesimpulan Penilaian		
No	**Aspek Penilaian**	**Nilai**
1	Sikap	
2	Pengetahuan	
3	Keterampilan	
Kesimpulan : Siswa dinyatakan **Kompeten/Belum Kompeten*** dan **Dapat/Tidak Dapat*** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya		

*) Coret yang tidak perlu

BAB 4. Melaksanakan Aircraft Weight and Balance

4.1 Pendahuluan

Tujuan utama dari mengontrol berat dan keseimbangan adalah keselamatan. Tujuan yang kedua adalah harus mencapai yang terbaik dalam efisiensi selama penerbangan.

Beban yang tidak pantas dapat mengurangi efisiensi suatu pesawat terbang dari sudut pandang langit-langit, cara menggerakkan, kecepatan naik, kecepatan, dan pemakaian bahan bakar. Itu mungkin menjadi penyebab kegagalan untuk melengkapi suatu penerbangan, atau bahkan untuk memulainya. Kehilangan nyawa dan kerusakan peralatan berharga dapat dihasilkan dari struktur overstressed atau dari suatu pergeseran mendadak di dalam kargo serta perubahan sebagai akibat karakteristik penerbangan itu.

Berat kosong dan bersesuaian (pusat dari gravitasi) dari semua pesawat terbang sipil harus ditentukan pada saat dilakukannya sertifikasi. Pabrikan bisa mempunyai berat pesawat terbang, atau bisa menghitung berat dan laporan keseimbangan. Sebuah pabrikan diijinkan untuk mempunyai berat satu pesawat terbang ke luar dari setiap 10 diproduksi. Sembilan pesawat terbang sisanya dikeluarkan suatu laporan berat dan keseimbangan dihitung berbasis pada gambar dirata-ratakan dari pesawat terbang yang adalah benar-benar berat. Kondisi dari pesawat terbang pada saat menentukan berat kosong harus satu yang tergambar dengan baik dan dapat dengan mudah diulangi.

Pesawat terbang mempunyai kecenderungan untuk menambah berat oleh karena akumulasi kotoran, lumas, dan lain-lain dalam area tidak siap didapat untuk pencucian dan pembersihan. Berat meningkat dalam perioda waktu tertentu akan tergantung pada fungsi pesawat terbang, jam terbang, kondidi atmosfir, dan jenis lapangan terbang dimana pesawat tersebut beroperasi. Untuk alasan ini, penimbangan pesawat terbang periodik diinginkan terutama untuk pesawat terbang sipil dan kargo yang diperlukan oleh Federal Aviation Regulations.

Prosedur perhitungan weight & balance harus menggunakan form DGCA (Direktorat General Penerbangan Sipil) yang disetujui dan disimpan dalam flight compartment.

Pesawat harus ditimbang :

- Setiap 60 bulan
- Setelah major repair dan modifikasi
- Setelah mendapat laporan dari pilot bahwa kondisi keseimbangannya tidak memuaskan lagi
- Setelah pengecatan pesawat selesai dilaksanakan

Pesawat terbang yang dioperasikan secara pribadi tidak diperlukan oleh regulasi untuk ditimbang secara periodik. Mereka biasanya ditimbang ketika pada mulanya diberikan sertifikat, atau setelah membuat perubahan utama yang bisa mempengaruhi berat dan keseimbangan. Sungguhpun pesawat terbang tidak perlu ditimbang, itu harus terisi sedemikian rupa sehingga berat maksimum tidak melewati batas yang diijinkan selama operasi.

Perusahaan penerbangan (terjadwal dan tidak terjadwal) membawa penumpang atau kargo harus tunduk kepada aturan tertentu yang memerlukan pemilik untuk menunjukkan bahwa pesawat terbang memuat dengan baik dan tidak akan melebihi batas berat serta keseimbangan selama operasi.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam berat dan keseimbangan ini meliputi berat dan posisi dari awak pesawat, penumpang , barang-barang muatan, bahan bakar, oli, benda-benda lain yang mempengaruhi keseimbangan pesawat tersebut. Muatan yang berlebihan, selain memperpendek umur, juga sangat mempengaruhi sifat-sifat penerbangannya misalnya kelincahan, ketinggian, kecepatan mendarat atau mendaki, panjang landasan dan lain-lain. Pengetahuan dasar tentang berat dan keseimbangan pesawat terbang pada prinsipnya untuk memberikan tuntutan agar seseorang dapat menentukan berat dan lokasi muatan sehingga diperoleh posisi titik berat yang aman (dalam batas yang diperbolehkan). Hal ini penting dan harus dipahami baik oleh

seorang mekanik darat, flight engineering, navigator maupun penerbang terutama bila mereka akan melakukan penerbangan jauh (long range).

Ada dua istilah umum yang digunakan dalam perhitungan berat dan keseimbangan yaitu:

1. Gravitasi Gravitasi adalah gaya yang bertendensi menarik suatu benda ke pusat bumi. Berat benda adalah resultante dari gaya-gaya gravitasi yang bekerja pada benda tersebut.
2. Titik berat(center of gravity)Adalah titik tempat berkumpulnya berat benda.

4.2 Titik Berat Sebuah Pesawat Terbang

Teori berat dan keseimbangan adalah benar-benar sederhana. Adalah nya umum dikenal pengungkit itu dalam keseimbangan ketika itu bersandarkan titik tumpu dalam suatu posisi level. Pengaruh dari berat adalah secara langsung bergantung atas jarak nya dari titik tumpu. Untuk menyeimbangkan pengungkit berat harus didistribusikan sedemikian rupa sehingga efek pemutaran adalah sama terhadap sisi dari titik tumpu sebagai di atas/terhadap lain. Secara umum, suatu berat lebih ringan aneh terhadap pengungkit mempunyai efek sama sebagai sebuah kelas berat dekat titik tumpu. Jarak dari objek apapun dari titik tumpu adalah disebut lengan-tuas. Lengan-tuas dikalikan dengan berat dari objek apakah nya sedang memutar/mengubah efek tentang titik tumpu. Efek pemutaran ini adalah dikenal sebagai momen.

Untuk menentukan titik berat pesawat terbang digunakan keseimbangan momen, yaitu bahwa pada keadaan seimbang maka jumlah momen adalah nol ($\sum M$ = nol).

Bila pengungkit AB yang ditumpu pada titik P setimbang maka momen terhadap titik P adalah nol, maksudnya Q.PA = R. PB.

Q.PA inilah yang disebut momen. Momen adalah perkalian antara gaya dengan lengan, sehingga bisa dikatakan bahwa pada suatu pengungkit yang setimbang besar momen yang berusaha memutar batang itu pada suatu arah selalu sama besar dengan momen yang berusaha memutarnya ke arah yang berlawanan. Untuk membedakan momen yang berlainan itu, maka momen yang searah dengan jarum jam dinamakanmomen positip(+), sedang yang berlawanan arah dengan putaran jarum jam disebut negatif(-). Pada contoh di atas Q.PA adalah momen positif, sedang R. PB negatif.

Prinsip keseimbangan yang sering dilihat dalam kehidupan sehari-hari adalah timbangan gantung seperti pada gambar di samping.

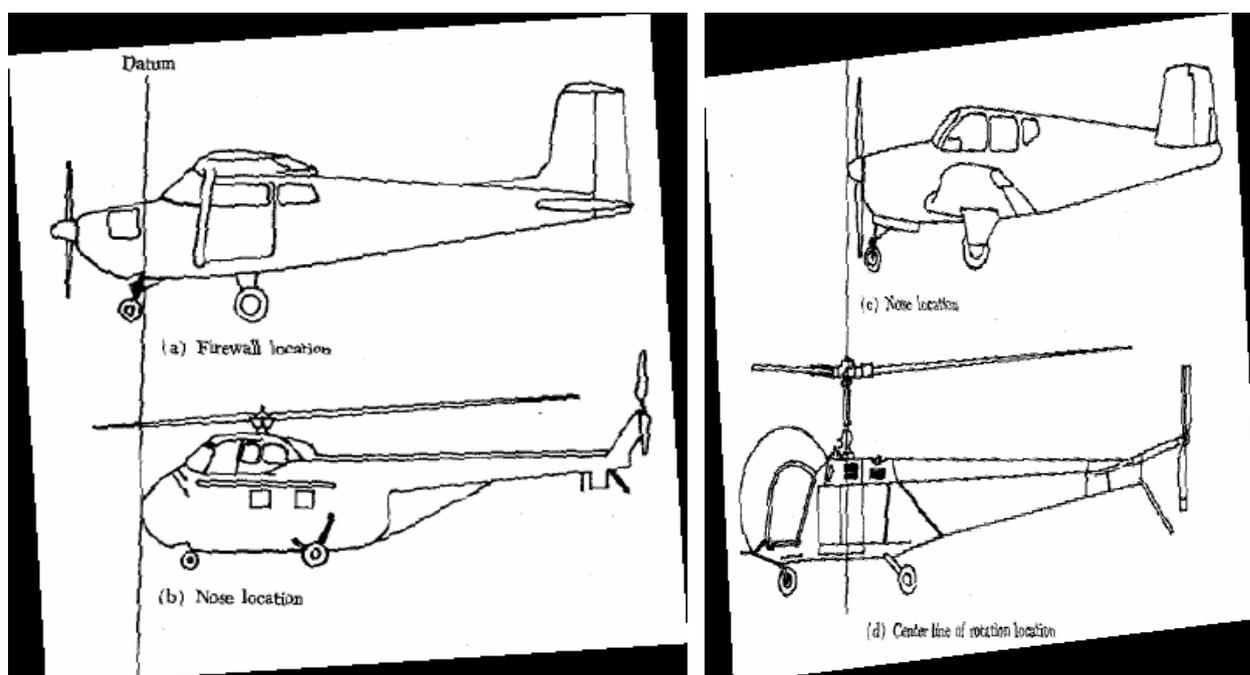
Di dalam pesawat terbang pun prinsip ini harus selalu diingat dan diperhitungkan, misalnya dalam meletakkan suatu barang di dalam pesawat terbang. Ingat bahwa beban 10 kg yang terletak 0.5 m di depan titik berat pada gambar di samping akan berpengaruh sama dengan beban 1 kg yang diletakkan pada jarak 5 m di belakang titik berat.

Dalam pesawat terbang sedapatnya diusahakan agar selama terbang, pesawat dalam keadaan setimbang. Tetapi mengingat bahwa berat pesawat terbang selalu berubah karena terbakarnya bahan bakar, maka jaminan bahwa titik berat selalu tetap tidaklah bisa dipertahankan . Bahkan titik berat pesawat yang bermuatan penuh, tidak akan sama dengan titik berat pada waktu kosong.

Untuk itu setiap pesawat terbang mempunyai suatu batas sampai daerah mana titik beratnya boleh berkisar. Batas-batas terdepan dan paling belakang, maupun letak titik beratnya sendiri biasanya dinyatakan dalam persentasi dari MAC (Mean Aerodynamic Chord). Bisa juga dinyatakan dalam inci atau m di belakang datum. Seperti terlihat pada gambar di samping adalah titik berat yang diperbolehkan (c.g range)

Batas paling depan dan batas paling belakang ini biasanya ditentukan letaknya terhadap suatu pedoman yang disebut datum.

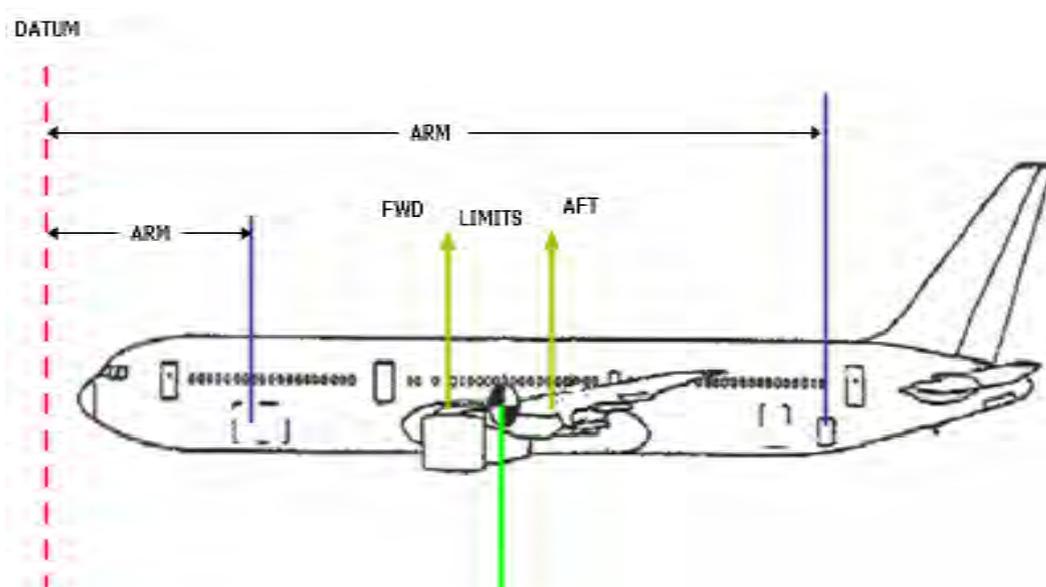
Datum adalah suatu garis atau titik pada pesawat terbang atau di luarnya yang digunakan sebagai pedoman untuk menentukan letak suatu benda dalam pesawat terbang.

Datum ini umumnya dinyatakan sebagai satu garis vertikal yang menyinggung leading edge pada waktu pesawat sedang dalam posisi terbang datar dan lurus (level and straight flight). Akan tetapi ada pula yang terletak pada tempat-tempat yang lain misalnya pada bulkhead, nose bahkan ada yang di luar pesawat terbang.

Gambar 4.1 Datum

4.3 Lengan (Arm)

Lengan adalah jarak horisontal bahwa item dari peralatan tersebut adalah terletak dari datum. Jarak lengan adalah selalu diberikan atau diukur dalam inchi, dan, kecuali suatu lokasi yang mungkin persis terhadap datum (0), didahului oleh tanda aljabar untuk tambah (+) atau kurang (—).

Tanda tambah (+) menunjukan suatu jarak di bagian belakang datum dan tanda kurang (—) menunjukan suatu jarak bagian depan datum. Jika pabrikan memilih suatu datum yang lokasinya berada pada bagian depan pesawaq terbang (atau beberapa jarak maju pesawat terbang), seluruh lengan bertanda (+). Lokasi dari datum pada titik lain terhadap pesawat terbang akan menghasilkan dalam beberapa lengan adalah tambah (+), atau bagian belakang datum, dan beberapa lengan(—), atau bagian depan datum.

Lengan setiap item adalah biasanya tercakup di tanda kurung dengan segera setelah nama atau berat item dalam spesifikasi untuk pesawat terbang, misalnya tempat duduk (+23). Ketika beberapa informasi tidak diberikan, itu harus diperoleh oleh pengukuran aktual. Datum, lengan dan batas bagian depan serta bagian belakang digambarkan dalam gambar berikut.

Gambar 4.2 lengan

Tara adalah berat kotor pesawat terbang yang tertera pada skala penimbang, termasuk perlengkapan waktu menimbang (misalnya tali-tali, bantalan-bantalan, dongrak dan lain-lain)

Berat kosong (empty weight) adalah berat pesawat terbang tanpa muatan dengan catatan bahan bakar kosong, hydraulic fluid penuh, water injection penuh, water lavatory penuh, water cooling penuh, oli penuh.

Berat lepas landas (take off weight max) adalah berat lepas landas maximum yang diijinkan oleh pabrik pesawat terbang.

Berat mendarat(landing weight) adalah berat pesawat dengan muatan beserta perlengkapan-perlengkapan lain yang dibawa waktu mendarat.

Berat mendarat maksimum(maximum landing weight) adalah berat mendarat maksimum yang diijinkan oleh pabrik pesawat terbang.

Landing weight=take off weight – berat bahan bakar yang terbakar.

Bila sebuah pesawat terbang baru lepas landas dengan maximum take off weight, tetapi karena suatu hal harus mendarat lagi, maka sebagian bahan bakar harus dibuang agar berat pesawat tersebut mencapai maximum landing weight. Berat bahan bakar bisa dikurangi dengan cara holding (terbang berputar di atas daerah tertentu) atau di buang langsung. Untuk pesawat terbang yang sebagian besar muatannya berupa bubuk kimia misalnya bubuk pembasmi hama tanaman, disediakan alat pembuang seketika (dumping), sehingga maximum landing weight dapat dicapai dengan membuang bubuk tersebut saja, tidak perlu membuang bahan bakar.

Berat maximum dengan bahan bakar kosong(maximum zero fuel weight) adalah berat pesawat beserta muatannya yang maximum tanpa bahan bakar. Contoh dari definisi di atas misalnya pada pesawat CASA NC-212 versi AB4:

Empty weight = 4115 kgs

Maximum take off weight = 7300 kgs

Maximum landing weight = 7000 kgs

Maximum zero fuel weight = 6550 kgs

Ballast adalah berat pengimbang yang dipasang sedemikian rupa untuk mempertahankan agar letak titik berat dari sebuah pesawat terbang berada dalam batas yang diijinkan, misalnya bila kita menembah atau mengurangi item dalam pesawat tersebut.

Contoh: Bila kita harus menambahkan item A seberat 10 lb pada jarak 50 in di depan titik berat, maka agar titik berat tidak berubah, ballast B harus dipasang pada jarak 200 in dibelakang titik berat. Berat ballast B dapat dihitung sebagai berikut:

10 x 50 = B x 200

$$B = \frac{10 \times 50}{200}$$

$= 2.5$

Jadi berat B = 2.5 kg

Ballast sebenarnya banyak dipakai bila titik berat pesawat keluar dari batas yang sama. Misalnya bila batas terdepan adalah 16% MAC, sedang dalam penimbangan diperoleh letak titik berat pada 15.5 % MAC, maka ballast perlu dipasang di bagian belakang pesawat agar letak titik berat bisa mundur melebihi 16% MAC. Ballast biasanya terbuat dari timah hitam.

Dalam penimbangan pesawat terbang berat benda-benda khusus pada umumnya ditentukan sebagai berikut:

Manusia 1 orang = 170 lbs=85 kg

Bahan bakar 1 US gallon = 6 lbs

Air 1 US gallon = 8.6 lbs

Oli 1 US gallon = 7.5 lbs

Air 1 liter = 0.8 kg

Berat tersebut hanya dipergunakan sebagai pedoman bila data terperinci tidak ada. Bila ditentukan lebih terperinci dalam spesifikasi maka data tersebut tidak boleh dipakai lagi misalnya untuk kerosene JP 4 diketahui berat jenisnya = 0.81 sehingga dalam penimbangan harus dihitung 1 liter JP 4 = 0.81 kg.

4.4 Menimbang Pesawat Terbang

Menimbang suatu pesawat terbang adalah sesuatu yang sangat penting dan tahap dari pemeliharaan pesawat terbang yang sangat sulit serta harus dilaksanakan dengan ketelitian serta baik pengerjaan. Persiapan yang bijaksana dapat menabung waktu dan mencegah kekeliruan.

Untuk mulai, pasang seluruh peralatan yang diperlukan, seperti:

- Skala, peralatan kenaikan, dongkrak, dan pengatur peralatan
- Blok, sengkang, atau karung berisi pasir untuk menahan pesawat terbang pada skala.
- Straightedge, spirit level, bandul, garis kapur, dan suatu pita-ukur.
- Spesifikasi Aircraft yang bisa diterapkan dan serta bentuk komputasi berat dan keseimbangan.

Jika mungkin, pesawat terbang harus ditimbang dalam suatu bangunan tertutup dimana tidak ada aliran udara untuk menyebabkan pembacaan skala salah. Menimbang pesawat di luar diizinkan jika angin dan embun tidak terlalu besar.

4.5 Persiapan Menimbang Pesawat Terbang

Mengalirkan sistem bahan bakar sampai indikasi kuantitas baca nol, atau kosong, dengan pesawat terbang dalam suatu sikap level. Bila ada bahan bakar tertinggal di dalam tangki, pesawat terbang akan mempunyai berat lebih, dan semua kemudian kalkulasi untuk beban berguna serta keseimbangan akan dipengaruhi. Hanya bahan bakar yang tertinggal atau tak dapat dipakai (bahan bakar sisa) dipertimbangkan bagian dari berat kosong pesawat terbang. Selubung tangki bahan bakar pada tangki atau ditempatkan sedekat mungkin ke lokasi yang benar, sehingga distribusi berat akan terkoreksi.

Dalam kasus khusus, pesawat terbang dapat ditimbang dengan tangki bahan bakar penuh, dalam arti penentuan berat dari bahan bakar yang tersedia. Berkonsultasi ke instruksi pabrikan pesawat terbang untuk menentukan apakah model pesawat terbang tertentu harus ditimbang dengan bahan bakar penuh atau dengan bahan bakar yang dibuang.

Jika mungkin, kosongkan semua minyak mesin dari tangki minyak. Sistem harus dialirkan dengan sepenuh klep saluran membuka. Di bawah syarat-syarat ini, sejumlah minyak tersisa dalam tangki minyak, garis, dan mesin dimasukkan oli kualitas rendah (residu) serta tercakup di dalamnya berat kosong. Jika tidak praktis untuk mengalirkan, tangki minyak harus diisi penuh.

Posisi dari beberapa item seperti spoilers, irisan, bagian sayap, dan sistem baling-baling helikopter adalah faktor penting ketika menimbang pesawat terbang. Selalu mengacu pada instruksi pabrikan untuk posisi sesuai dari item ini.

Kecuali jika dicatat di Aircraft Specifications atau instruksi pabrikan, reservoir dan sistem hidrolik harus diisi; kosongkan reservoir air serta tangki kamar kecil; dan minyak tangki constant-speed-drive harus diisi.

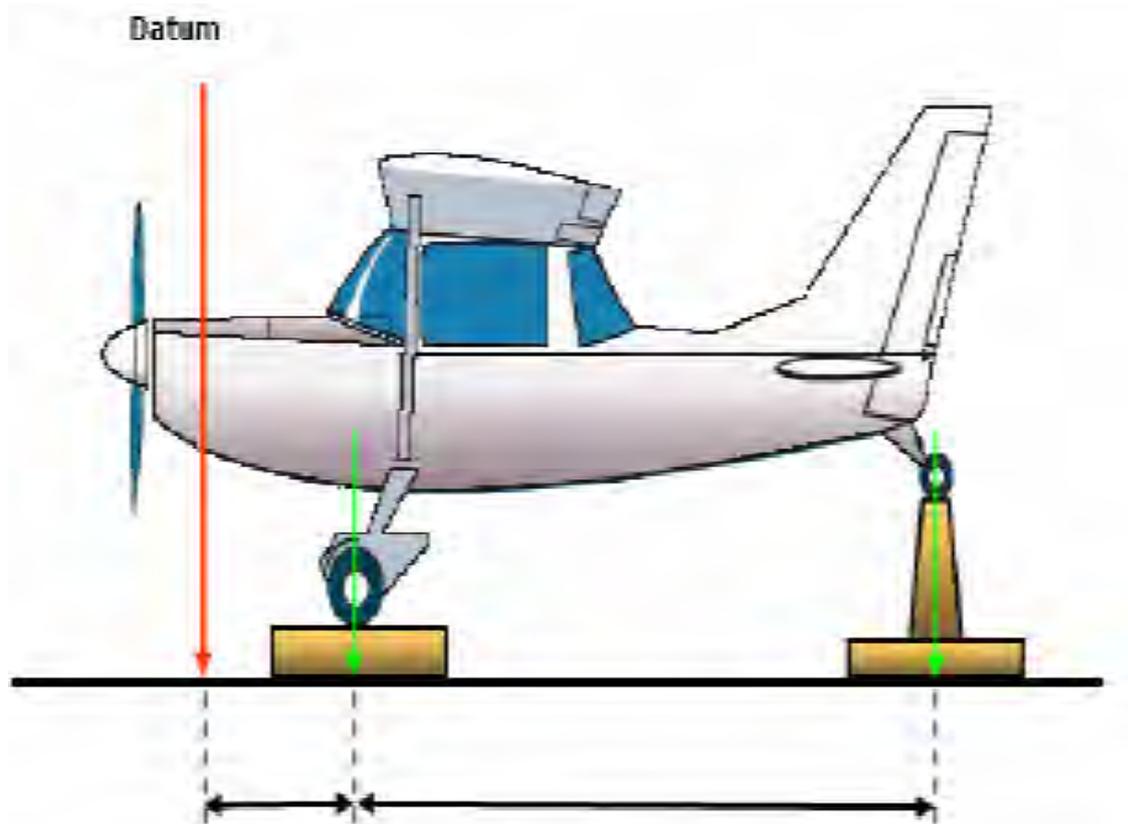
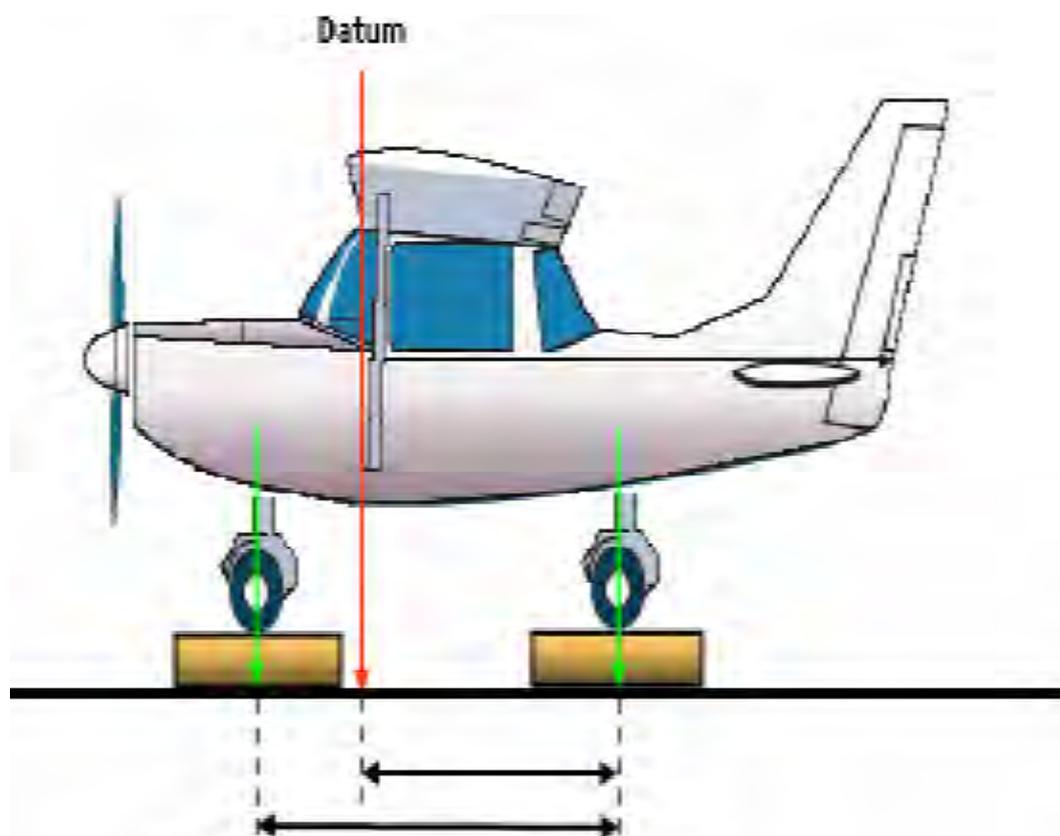
Periksa pesawat terbang untuk melihat bahwa semua item tercakup di berat kosong bersertifikat di-install di lokasi sesuai. Hilangkan item yang dibawa secara tidak teratur membawa dalam pesawat terbang. Juga perhatikan kompartemen bagasi untuk meyakinkan mereka adalah kosong.

Gantikan semua plat inspeksi, minyak dan selubung tangki bahan bakar, penutup kotak sambungan(junction box covers), logam penutup mesin pesawat, pintu, pintu ke luar darurat, dan bagian-bagian lain itu dihilangkan. Semua pintu, jendela, dan langit-langit penggeser harus dalam posisi penerbangan normal mereka. Hilangkan kotoran berlebihan, minyak, lumas/lemak, dan embun dari pesawat terbang. Kalibrasi dengan

baik, nol, dan gunakan skala penimbangan sesuai dengan instruksi pabrikan. Beberapa pesawat terbang tidak ditimbang dengan roda di atas skala, tetapi ditimbang dengan skala ditempatkan di manapun, baik di titik pengangkat atau pada titik timbangan khusus. Tanpa menghiraukan perbekalan apa yang dibuat untuk penempatan pesawat terbang di atas skala atau dongkrak, adalah hati-hati untuk mencegahnya dari jatuh atau terguling terlepas, dengan demikian kerusakan pesawat terbang dan peralatan saat menimbang pesawat terbang dengan roda ditempatkan di atas skala, lepaskan rem untuk mengurangi kemungkinan dari pembacaan salah disebabkan oleh beban sisi di atas skala.

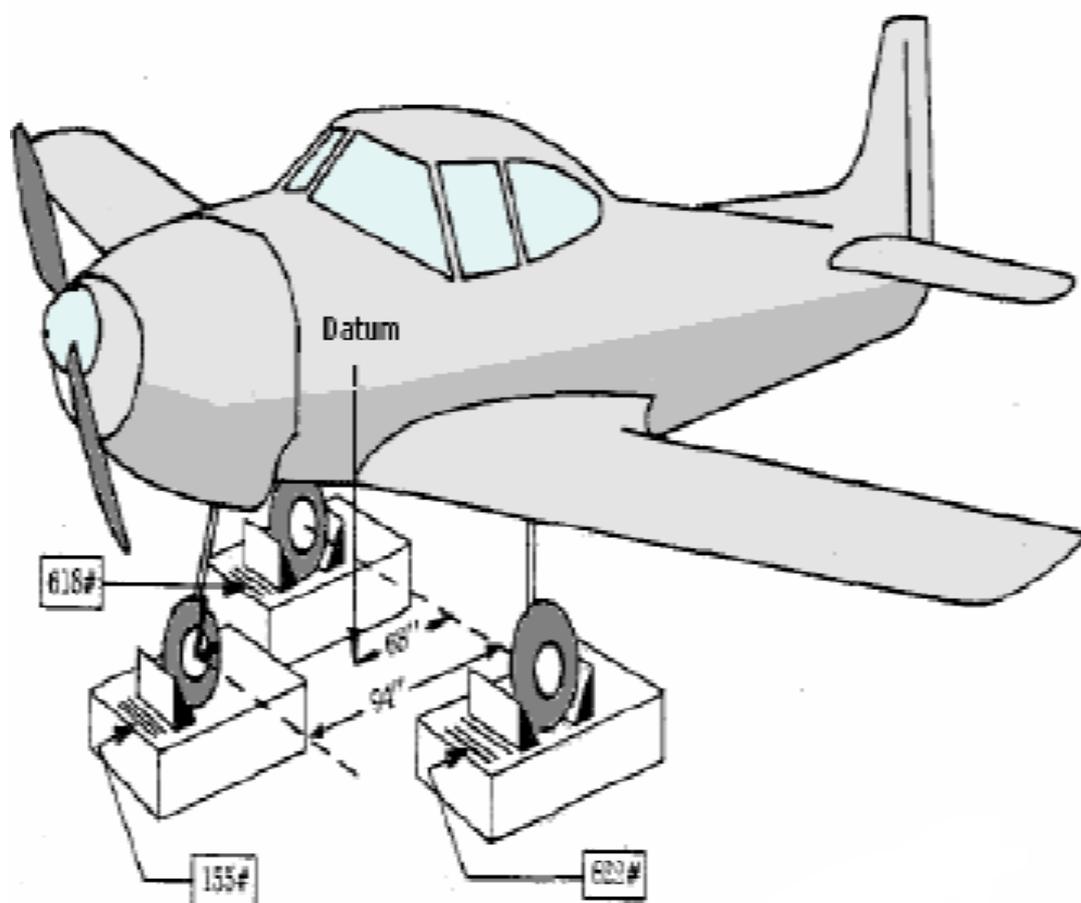
Semua pesawat terbang mempunyai titik level, dan kepedulian harus dilakukan untuk melevelkan pesawat terbang, terutama sepanjang poros longitudinal. Dengan pesawat ringan pada pesawat terbang sayap-tetap, level lateral bukan sebagai kritis karena itu adanya dengan pesawat terbang lebih berat. Bagaimanapun, suatu usaha layak harus dibuat ke level pesawat terbang ringan di sekitar poros lateral. Ketelitian didalam melevelkan semua pesawat terbang secara longitudinally tidak dapat overemphasized.

4.6 Pengukuran

Jarak dari datum ke pusat titik timbangan utama, dan jarak dari titik pusat timbangan utama ke pusat titik timbangan ekor (atau hidung) harus diketahui untuk menentukan hubungan titik timbangan utama dan datum. Sebagai contoh titik timbangan utama ke datum dan titik timbangan utama ke titik timbangan ekor perlihatkan dalam gambar berikut.

Gambar 4.3 titik timbang utama ke datum dan titik timbang utama ke tail

Gambar 4.4 titik timbang utama ke datum dan titik timbang utama ke nosewheel

Gambar di atas untuk suatu contoh titik timbang utama ke datum dan titik timbang utama ke pengukuran roda depan.

Jarak ini dapat dihitung menggunakan informasi dari spesifikasi pesawat terbang atau lembar data jenis sertifikat. Bagaimanapun, itu akan sering diperlukan untuk menentukan mereka oleh pengukuran aktual. Setelah pesawat terbang diikat ditempatkan di atas skala dan mendatar, gantungkan bandul dari datum, titik timbang utama, titik timbang ekor atau hidung sehingga titik dari bandul menyentuh lantai. Buatkan tanda dengan kapur di atas lantai di titik dari hubungan. Jika diinginkan, garis kapur dapat digambar menghubungkan tanda kapur. Hal ini akan membuat suatu pola jelas dari jarak titik timbangan dan hubungannya ke datum.

Rekam berat yang ditunjukkan di atas setiap skala dan buat pengukuran yang diperlukan saat pesawat terbang level. Setelah semua berat dan pengukuran didapatkan dan dicatat, pesawat terbang dapat dilepaskan dari skala, berat tara dan kurangi berat nya dari pembacaan skala pada setiap masing-masing titik timbangan dimana tara dilibatkan.

Gambar 4.5 menimbang pesawat terbang dengan skala

4.7 Pengaruh Berat dan Keseimbangan

Baik pesawat terbang besar maupun kecil, sebelum terbang harus diyakinkan bahwa berat pesawat tidak melebihi batas yang diijinkan dan

posisi titik beratnya tidak keluar dari daerah yang diijinkan. Keduanya bisa menjadi penyebab kecelakaan yang tidak diharapkan. Oleh karena itu pada waktu yang diperlukan, pesawat terbang harus ditimbang.

Sebuah pesawat terbang harus ditimbang dan diperhitungkan titik beratnya bila:

1. Baru keluar dari pabrik
2. Ada perintah atau ketentuan dari pabrik
3. Mengalami mayor modification(modifikasi besar)
4. Mengalami mayor repair(reparasi besar)
5. Mengalami pembongkaran(overhoul)
6. Ada laporan dari penerbang bahwa pesawat tersebut sudah tidak setimbang lagi.
7. Setiap kali sebelum mendapatkan sertifikat laik udara

Banyak hal-hal yang merugikan bila pesawat tersebut beroperasi terlalu berat atau titik beratnya terlalu ke depan atau ke belakang.

4.8 Over Loading

Kemungkinan yang akan terjadi apabila suatu pesawat beroperasi dengan muatan yang terlalu berat adalah:

1. Mengurangi kelincahan di waktu terbang
2. Memperpanjang run way waktu take off
3. memperkecil sudut climb
4. Mengurangi kecepatan climb
5. Mengurangi ketinggian terbang

6. Menambah pemakaian bahan bakar

7. Ban roda pendarat lekas habis

8. Stalling speed berubah dan lain-lain.

4.9 Bagian Depan Terlalu Berat

1. Menambah pemakaian bahan bakar
2. Powernya harus ditambah untuk mendapatkan suatu kecepatan yang sama
3. Selalu nose heavy walaupun kemudi pada posisi netral
4. Sukar di waktu mendarat karena pesawat sulit untuk dirubah ke posisi nose up
5. Menambah getaran pada pesawat tail wheel
6. Nose wheel menambah beban lebih besar dari yang telah ditentukan
7. Lebih berbahaya selama flap diturunkan
8. Sukar menentukan arah di waktu taxiing
9. Memperpanjang landing run karena rem pada roda pendarat utama tidak stabil

4.10 Bagian Belakang Terlalu Berat

Hal ini akan menyebabkan :

1. Mengurangi kecepatan pesawat
2. Mengurangi jarak tempuh

3. Menambah kesukaran bagi penerbang untuk melihat penunjukan instrumen
4. menambah bahaya stall, selama melewati udara jelek(rough air)
5. Mengurangi stall lebih besar walaupun pada kondisi udara yang normal
6. Mengurangi kemampuan de-icer pada pesawat high wing

4.11 Perhitungan Berat dan keseimbangan

Menimbang pesawat terbang untuk mendapatkan hasil yang memuaskan, maka prosedur-prosedur di bawah ini harus diperhatikan selama penimbangan yaitu:

1. Pesawat yang akan ditimbang harus diletakkan dalam ruang yang tertutup supaya terhindar dari pengaruh angin.
2. Harus yakin bahwa skala timbangan itu benar yaitu dengan menyetel jarum penunjuk ke nol sebelum dipakai.
3. Seluruh berat tara (Perlengkapan waktu menimbang harus dicatat sebelum penimbangan dimulai)
4. Letakkan pesawat pada posisi level dan straight flight.
5. Harus yakin bahwa fuel telah kosong.
6. Oil harus penuh atau andaikata tidak harus dicatat berapa jumlah oil yang ada sehingga bisa dimasukkan dalam perhitungan selanjutnya
7. Hydraulic fluid, air pendingin, air kamar kecil, water injection semuanya harus terisi penuh.

4.12 Rumus

Tail wheel:(titik beratnya di belakang roda pendarat utama)

Jarak titik berat ke roda pendarat utama= berat ekor dikalikan dengan jarak roda ekor ke roda utama, dibagi oleh berat pesawat seluruhnya.

Nose wheel:(titik beratnya di depan roda pendarat utama)

Jarak titik berat ke roda pendarat utama= berat nose dikalikan dengan jarak roda hidung ke roda utama, dibagi oleh berat pesawat seluruhnya.

Contoh

Gambar 4.5 menunjukkan cara-cara menimbang pesawat nose wheel.

Berat roda utama yang kiri = 622 lb

Berat roda utama yang kanan= 618 lb

Berat roda depan = 155 lb

Jumlah = 1395 lb

Berat tara pada roda depan = 12 lb

Berat kosong pesawat = 1383 lb

Berat netto pada roda depan =155 lb-12 lb=143 lb

Dengan menggunakan rumus nose wheel, kita dapatkan jarak titik berat ke roda utama= $\frac{143 \times 94}{1383}$ = 9.72 in

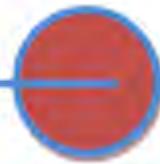
Diketahui pula bahwa roda pendarat utama terletak 68 in dari datum, maka kita bisa menentukan letak titik berat terhadap datum=68 -9.72 in= 58.28 in

RENUNGAN DAN REFLEKSI

Kecerobohan dan kelengahan akibat dari tidak disiplinnya para teknisi sering mengalami kecelakaan kerja. Untuk meminimalisir kecelakaan kerja maka penting bagi semua untuk selalu disiplin dan mengikuti prosedur yang sudah diterapkan. Janganlah bosan untuk selalu taat aturan walaupun sudah berulang kali dilaksanakan karena disitulah kunci keselamatan kerja.

Perlu disadari juga bahwa kita sebagai manusia tidak terlepas dari suatu kesalahan baik dilakukan dengan sengaja maupun tidak. Oleh karena itu kita senantiasa memohon dan meminta perlindungan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa agar diberi perlindungan agar terhindar dari segala macam kecelakaan baik dilingkungan kerja atau dimanapun kita berada. Sehingga apa yang kita harapkan dan kita inginkan bisa terwujud yaitu hidup bahagia dan sejahtera.

Pada Bab selanjutnya, Kamu akan mempelajari materi tentang fit and clearance dan cara menerapkan fit and clearance pada komponen pesawat udara tersebut. Dengan materi tersebut, memberikan manfaat bagi kamu untuk dapat diterapkan dalam pekerjaan perawatan komponen pesawat udara. Kiranya dengan mempelajari materi tersebut Kamu akan lebih bersyukur akan karunia Tuhan, karenanya masih dilimpahkan kemampuan untuk mempelajari materi yang bermanfaat.

Rangkuman

Tujuan utama dari mengontrol berat dan keseimbangan adalah keselamatan. Tujuan yang kedua adalah harus mencapai yang terbaik dalam efisiensi selama penerbangan.

Prosedur perhitungan weight & balance harus menggunakan form DGCA (Direktorat General Penerbangan Sipil) yang disetujui dan disimpan dalam flight compartment.

Pesawat harus ditimbang :

- Setiap 60 bulan
- Setelah major repair dan modifikasi
- Setelah mendapat laporan dari pilot bahwa kondisi keseimbangannya tidak memuaskan lagi
- Setelah pengecatan pesawat selesai dilaksanakan

Ada dua istilah umum yang digunakan dalam perhitungan berat dan keseimbangan yaitu:

1. Gravitasi Gravitasi adalah gaya yang bertendensi menarik suatu benda ke pusat bumi. Berat benda adalah resultante dari gaya-gaya gravitasi yang bekerja pada benda tersebut.
2. Titik berat(center of gravity)Adalah titik tempat berkumpulnya berat benda

Dalam pesawat terbang sedapatnya diusahakan agar selama terbang, pesawat dalam keadaan setimbang. Tetapi mengingat bahwa berat pesawat terbang selalu berubah karena terbakarnya bahan bakar, maka jaminan bahwa titik berat selalu tetap tidaklah bisa dipertahankan . Bahkan titik berat pesawat yang bermuatan penuh, tidak akan sama dengan titik berat pada waktu kosong.

Datum adalah suatu garis atau titik pada pesawat terbang atau di luarnya yang digunakan sebagai pedoman untuk menentukan letak suatu benda dalam pesawat terbang.

Datum ini umumnya dinyatakan sebagai satu garis vertikal yang menyinggung leading edge pada waktu pesawat sedang dalam posisi terbang datar dan lurus (level and straight flight). Akan tetapi ada pula yang terletak pada tempat-tempat yang lain misalnya pada bulkhead, nose bahkan ada yang di luar pesawat terbang.

Tara adalah berat kotor pesawat terbang yang tertera pada skala penimbang, termasuk perlengkapan waktu menimbang (misalnya tali-tali, bantalan-bantalan, dongrak dan lain-lain)

Berat kosong (empty weight) adalah berat pesawat terbang tanpa muatan dengan catatan bahan bakar kosong, hydraulic fluid penuh, water injection penuh, water lavatory penuh, water cooling penuh, oli penuh.

Berat lepas landas (take off weight max) adalah berat lepas landas maximum yang diijinkan oleh pabrik pesawat terbang.

Berat mendarat(landing weight) adalah berat pesawat dengan muatan beserta perlengkapan-perlengkapan lain yang dibawa waktu mendarat.

Berat mendarat maksimum(maximum landing weight) adalah berat mendarat maksimum yang diijinkan oleh pabrik pesawat terbang.

Landing weight=take off weight – berat bahan bakar yang terbakar.

Menimbang pesawat terbang untuk mendapatkan hasil yang memuaskan, maka prosedur-prosedur di bawah ini harus diperhatikan selama penimbangan yaitu:

1. Pesawat yang akan ditimbang harus diletakkan dalam ruang yang tertutup supaya terhindar dari pengaruh angin.
2. Harus yakin bahwa skala timbangan itu benar yaitu dengan menyetel jarum penunjuk ke nol sebelum dipakai.
3. Seluruh berat tara (Perlengkapan waktu menimbang harus dicatat sebelum penimbangan dimulai)
4. Letakkan pesawat pada posisi level dan straight flight.
5. Harus yakin bahwa fuel telah kosong.
6. Oil harus penuh atau andaikata tidak harus dicatat berapa jumlah oil yang ada sehingga bisa dimasukkan dalam perhitungan selanjutnya
7. Hydraulic fluid, air pendingin, air kamar kecil, water injection semuanya harus terisi penuh.

Tail wheel:(titik beratnya di belakang roda pendarat utama)

Jarak titik berat ke roda pendarat utama= berat ekor dikalikan dengan jarak roda ekor ke roda utama, dibagi oleh berat pesawat seluruhnya.

Nose wheel:(titik beratnya di depan roda pendarat utama)

Jarak titik berat ke roda pendarat utama= berat nose dikalikan dengan jarak roda hidung ke roda utama, dibagi oleh berat pesawat seluruhnya.

Evaluasi

I. Evaluasi Diri

Penilaian Diri					
Evaluasi diri ini diisi oleh siswa, dengan memberikan tanda ceklis pada pilihan penilaian diri sesuai kemampua siswa bersangkutan.					
No	**Aspek Evaluasi**	**Penilaian diri**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
A	**Sikap**				
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
B	**Pengetahuan**				
1	Saya mampu memahami cara melaksanakan *Aircraft Weight and Balance*				
C	**Keterampilan**				
1	Saya mampu melaksanakan *Aircraft Weight and Balance*				

J. Review

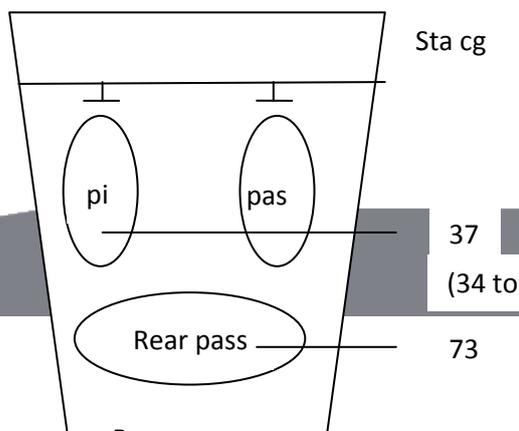
Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan Benar

1. Sebutkan 2 tujuan utama dalam weight and balance pada pesawat udara!
2. Apa yang terjadi jika berat pesawat udara melebihi batas yang diijinkan dan posisi titik beratnya dari daerah yang diijinkan!
3. Sebutkan 7 syarat kapan sebuah pesawat udara harus ditimbang dan diperhitungkan titik beratnya!
4. Sebutkan 7 prosedur yang harus diperhatikan selama penimbangan pesawat udara!
5. Tentukan letak titik berat pesawat ke roda utama dengan data sebagai berikut:

   - Berat roda utama yang kiri = 625 lb
   - Berat roda utama yang kanan= 620 lb
   - Berat roda depan = 155 lb
   - Berat tara pada roda depan = 13 lb

6. Dik data pesawat sebagai berikut:
   a. Berat kosong pesawat=1800 lbs
   b. Arm = 39 in
   c. Momen = 70200
   d. Pilot dan Penumpang = 350 lbs
   e. Berat bagasi =25 lbs
   f. Fuel = 40 gallons (jangan lupa konversikan ke satuan lbs)
   g. Fuel arm = 48 in
   h. Start taxi & run up = -3 gallons
   i. Fuel burn = -20 gallons
   j. Momen = weight x arm
   k. 1 gallons of fuel = 6 lbs

Susunan muatan seperti pada gambar dibawah ini

1. Fuel cg arm berada pada lokasi station 48 in
2. Dinding kabin belakang (di station 108) atau dinding bagasi belakang (di station 124)

Gambar 4.6 susunan muatan

Tentukan cg dari landing weight seperti format table di bawah ini dan tarik kesimpulan dengan melihat diagram di bawah!

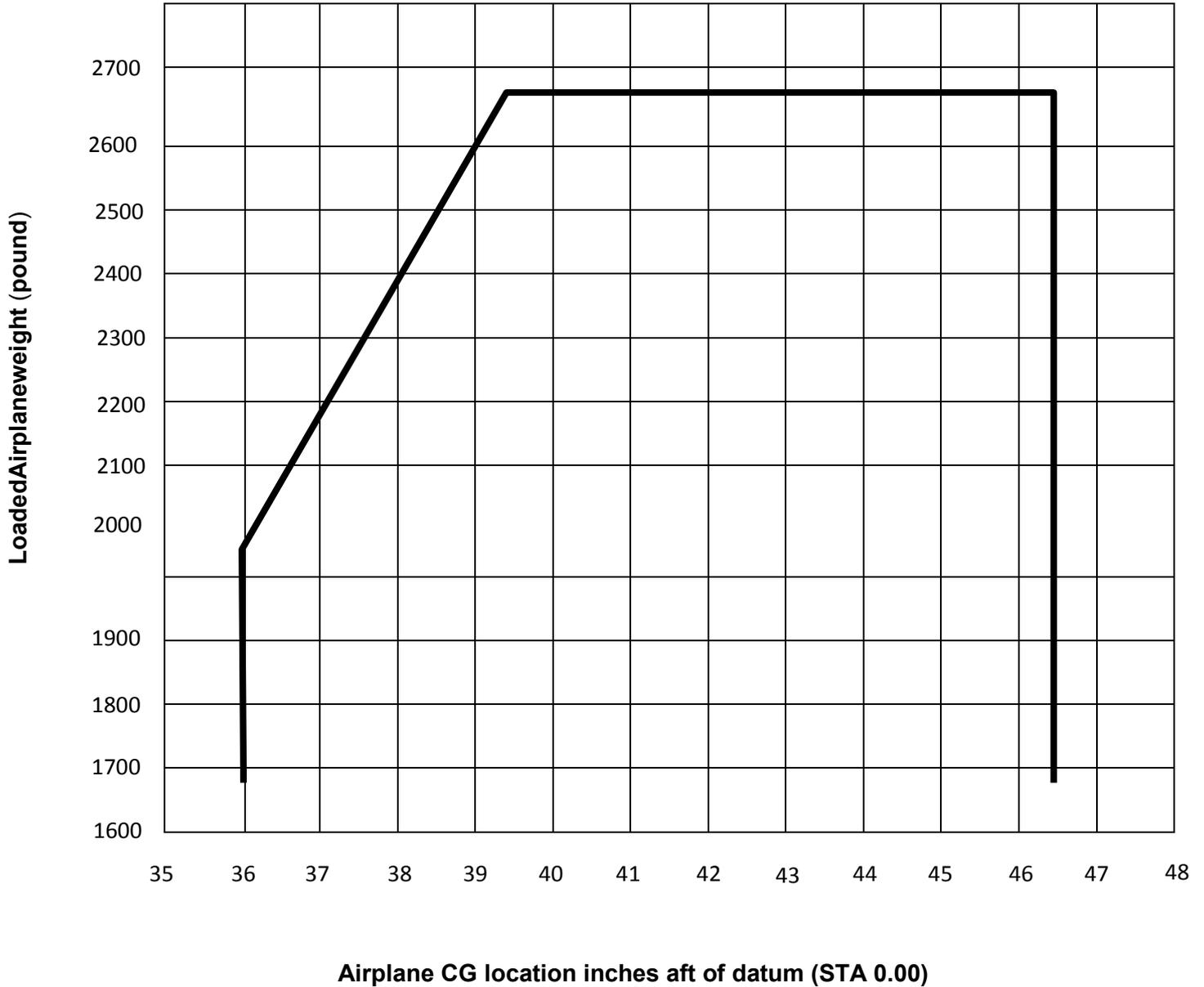
no		Weight	Arm	Moment
1	Basic empty weight	1800	39	70200
2	Pilot & passenger	350	37	………
3	Baggage	25	73	………
4	Zero fuel weight	………	………	………
5	Fuel	240	48	………
6	Ramp weight	………	………	………

7	Start/taxi/run up	-18	48	....
8	Take off weight	....	....	....
9	Fuel burn	-120	48	....
10	Landing weight	....	....	....

LoadedAirplaneweight (pound)

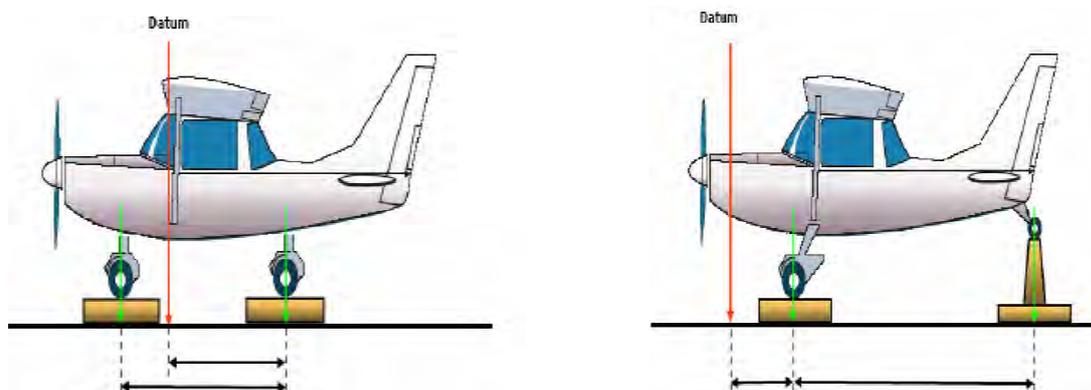
2700
2600
2500
2400
2300
2200
2100
2000
1900
1800
1700
1600

35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48

Airplane CG location inches aft of datum (STA 0.00)

Tabel 4.1 Lokasi titik berat terhadap muatan pesawat udara

K. Penerapan

L. Tugas Proyek

Melaksanakan perhitungan CG pesawat ringan

Gambar 4.7 nose wheel dan tail wheel

Siapkan salah satu jenis pesawat ringan baik nose wheel maupun tail wheel seperti ilustrasi pada gambar di atas dan peralatan yang mendukung untuk menghitung CG pesawat seperti meteran, jacking, timbangan 3 buah, bandul, water pas/spirit level dan lakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pesawat yang akan ditimbang harus diletakkan dalam ruang yang tertutup supaya terhindar dari pengaruh angin.
2. Harus yakin bahwa skala timbangan itu benar yaitu dengan menyetel jarum penunjuk ke nol sebelum dipakai.
3. Seluruh berat tara (Perlengkapan waktu menimbang harus dicatat sebelum penimbangan dimulai)
4. Letakkan pesawat pada posisi level dan straight flight.
5. Harus yakin bahwa fuel telah kosong.
6. Oil harus penuh atau andaikata tidak harus dicatat berapa jumlah oil yang ada sehingga bisa dimasukkan dalam perhitungan selanjutnya
7. Hydraulic fluid, air pendingin, air kamar kecil, water injection semuanya harus terisi penuh.
8. Letakkan timbangan di masing-masing roda yang ditopang jacking
9. Ukur jarak antara roda utama dengan roda ekor/roda depan
10. Hitung titik berat

11. Periksa hasil kerja bila telah selesai, lakukan perbaikan jika diperlukan & waktunya memungkinkan

Rubrik Penilaian

9. Indeks nilai kuantitatif dengan skala 1 – 4

10. KKM : Pengetahuan : $\geq$ 2.66 (Baik)

Keterampilan : $\geq$ 2.66 (Baik)

Sikap : $\geq$ 2.66(Baik)

11. Skor Siswa = $\frac{Skor}{Skor\ Tertinggi}\ x\ 4 = skor\ akhir$

12. Konversi klasifikasi nilai kualitatif :

Konversi nilai akhir		Predikat	Klasifikasi
Skala 1- 4	Skala 0–100		
4	86 -100	A	Sangat Terampil/ Sangat Baik
3.66	81- 85	A-	
3.33	76 – 80	B+	Terampil/ Baik
3.00	71-75	B	
2.66	66-70	B-	
2.33	61-65	C+	Cukup

G. Penilaian

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria, yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

7. Nilai sikap diperoeh dari observasi selama kegiatan belajar
8. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban tugas evaluasi (Review dan Penerapan) yang diberikan.
9. Nilai keterampilan diperoleh dari hasil unjuk kerja tugas proyek yang dilaksanakan siswa.

PENILAIAN HASIL BELAJAR

Nama Siswa : ....

KD : 1. **Melaksanakan *Aircraft Weight and Balance***

3. Penilaian Sikap					
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Nilai**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai / 4)				

2. PenilaianPengetahuan		
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar hasil pemeriksaan jawaban evaluasi yang diberikan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai**
1	Review	
2	Penerapan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai / 2)	

3. Penilaian Keterampilan		
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar hasil pemeriksaan jawaban evaluasi yang diberikan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai**
1	Tugas Proyek	

Jumlah Nilai	
Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai / 2)	

Kesimpulan Penilaian		
No	**Aspek Penilaian**	**Nilai**
1	Sikap	
2	Pengetahuan	
3	Keterampilan	
Kesimpulan : Siswa dinyatakan **Kompeten/Belum Kompeten*** dan **Dapat/Tidak Dapat*** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya		

*) Coret yang tidak perlu

BAB 5. Melakukan Inspection and Repair Technique

5.1 Pendahuluan

Inspeksi pada seluruh komponen pesawat udara adalah pemeriksaan secara visual dan manual untuk menentukan kondisi pesawat atau komponen. Pemeriksaan pesawat udara dapat dimulai dari yang sederhana sampai pemeriksaan secara detail yang meliputi keseluruhan pesawat dan tentunya pada proses ini dapat menggunakan alat pemeriksaan tambahan dengan alat yang canggih.

Sistem pemeriksaan pada pesawat udara terdiri dari beberapa proses yang meliputi:

1. laporan yang dibuat olek mekanik, pilot atau crew penerbangan dari pesawat tersebut.
2. pemeriksaan terjadwal secara teratur dari pesawat tersebut. Sistem pemeriksaan ini didesain untuk memelihara pesawat tetap dalam

kondisi sebaik mungkin. Pemeriksaan yang cermat dan berulang-ulang harus dipertimbangkan sebagai kekuatan dari program pemeliharaan yang baik. Pemeriksaan yang tidak teratur dan semberono akan selalu menghasilkan secara gradual kemunduran dari pesawat tersebut. Waktu yang dihabiskan pada akhirnya hanya untuk memperbaiki pesawat tersebut.

Pemeriksaan airframe dan engine dapat mencakup dari pemeriksaan preflight sampai pemeriksaan secara detail. Jarak waktu periode pemeriksaan berbeda-beda untuk model pesawat yang terlibat dan jenis pengoperasian yang disalurkan. Selalu mengacu petunjuk dari pabrik pembuat airframe dan engine saat jarak pemeriksaan dibuat.

Pesawat dapat diperiksa dengan menggunakan jam terbang sebagai dasar penjadwalan atau menggunakan sistem pemeriksan dengan kalender. Dengan sistem pemeriksaan kalender pemeriksaan yang tepat dapat dilaksanakan pada waktu berakhir tanggal yang ditentukan pada kalender mingguan.

Pemeriksaan dengan sistem kalender adalah sistem yang efisien dari sudut managemen pemeliharaan. Penjadwalan penggantian komponen dengan batas pengoperasian berdasarkan jam normalnya dikerjakan selama pemeriksaan kalender jatuh pada tanggal yang paling dekat dengan batasan jamnya. Di dalam beberapa hal batas jam terbang ditetapkan sampai batas jumlah jam yang boleh terbang selama jarak waktu kalender.

Pengoperasian pesawat di bawah sistem jam terbang diperiksa saat jumlah jam terbang yang ditentukan diakumulasi. Komponen yang batas operasi jamnya jatuh pada batas jam yang paling dekat normalnya harus diganti selama pemeriksaan.

Peraturan penerbangan amerika (FAR) menyediakan pemeriksaan untuk semua pesawat sipil pada jarak waktu tertentu tergantung pada

tipe pengoperasian yang digunakan untuk tujuan menentukan kondisi keseluruhan.

Beberapa pesawat harus diperiksa setidak-tidaknya tiap 12 bulan, ketika pemeriksaan untuk yang lainnya dibutuhkan setelah mencapai 100 jam terbang. Di dalam beberapa hal, sebuah pesawat boleh diinspeksi menurut sistem pemeriksaan untuk menyediakan pemeriksaan total dari pesawat selama periode terbang.

Supaya menentukan kebutuhan pemeriksaan yang khusus dan peraturan-peraturannya untuk unjuk kerja pemeriksaan selalu menggunakan referensi yang di buat oleh FAR yang mana dapat menetapkan kebutuhan dalam pemeriksaan dan pemeliharaan pesawat di dalam tipe pengoperasian yang berbeda.

Berbagai metode NDI berfungsi sebagai alat pencegahan yang memungkinkan untuk cacat terdeteksi sebelum mereka berkembang menjadi serius atau berbahaya kegagalan. Dengan metode NDI, yang terlatih dan berpengalaman teknisi dapat mendeteksi kekurangan atau cacat yang tinggi dengan tingkat akurasi dan kehandalan. Adalah penting bahwa Anda sepenuhnya menjadi luas dari kemampuan masing-masing metode. Adalah sama pentingnya bahwa Anda menyadari keterbatasan metode. Beberapa cacat yang ditemukan oleh NDI termasuk korosi, kebocoran, pitting, panas / stres keretakan, dan pemegatan metal. Paragraf berikut akan memberikan ringkasan singkat dari berbagai NDI pemeriksaan. Untuk informasi lebih lanjut tentang prosedur NDI, Anda harus berkonsultasi dengan yang diperiksa oleh NDI metode.

5.2 Teknik Inspeksi

Sebelum memulai pemeriksaan terhadap pesawat tentunya semua pelat, akses menuju pintu, fairing, cowling sudah dibuka atau dilepas dan strukturnya sudah dibersihkan. Ketika melakukan pemeriksaan terhadap

pelat, cowling dan sebelum membersihkan area tersebut catat di lokasi mana saja terjadi kebocoran fluid.

Selalu gunakan checklist ketika melaksanakan pemeriksaan.

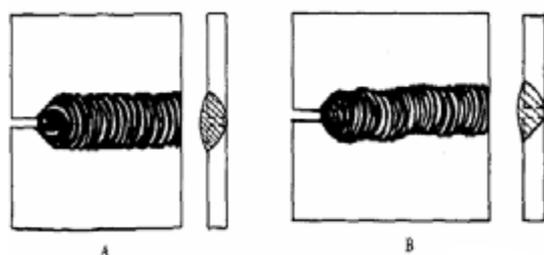
Berikut ini diberikan berbagai macam teknik pemeriksaan terhadap kerusakan struktur pesawat udara tanpa merusak komponen pesawat tersebut yaitu:

1. pemeriksaan secara visual
2. Pemeriksaan dengan partikel magnetik
3. Pemeriksaan dengan menggunakan penetran
4. pemeriksaan dengan eddy current dan
5. pemeriksaan dengan ultrasonic

5.3 Pemeriksaan secara Visual

Memeriksa suatu komponen tanpa merusak komponen tersebut dengan cara visual adalah metode paling tua. Kerusakan akan luput jika dilakukan mata biasa. Oleh karena itu agar bisa mendeteksi kerusakan komponen maka pada mata dibantu alat-alat seperti telescope, boroscope dan kaca pembesar.

Pemeriksaan secara visual pada bab ini akan dibatasi sampai penilaian kualitas secara menyeluruh dari suatu las. Walaupun penampilan keseluruhan dari las bukan merupakan indikasi positip dari kualitas, setidaknya memberikan petunjuk yang baik untuk penilain dalam pembuatannya.

Pengelasan yang baik adalah harus seragam lebarnya, permukaan harus rata dan hasil penetrasi pengelasan masuk dengan baik ke dasar metal seperti gambar 11.101.

Gambar 5.1 pengelasan yang baik

emeriksaan Partikel Magnetik (Magnetic Particle Inspection) Pemeriksaan Magnetis adalah pemeriksaan magnetis menggunakan medan magnet pada benda yang diperiksa untuk mengetahui tempat keretakan logam. Jika bagian yang terbuat dari Alloy yang berisi tinggi persentase dari besi dan dapat magnetized, berada dalam satu kelas dari logam disebut "besi magnetik," dan dapat diteliti dengan metode ini. Jika bagian yang terbuat dari bahan yang nonmagnetic, tidak dapat diteliti dengan metode ini. Partikel yang magnetis metode pemeriksaan akan mendeteksi permukaan diskontinuitas, termasuk yang terlalu halus untuk dilihat dengan mata telanjang, yang terletak sedikit di bawah permukaan, dan, bila peralatan khusus digunakan, yang lebih mendalam duduk diskontinuitas.

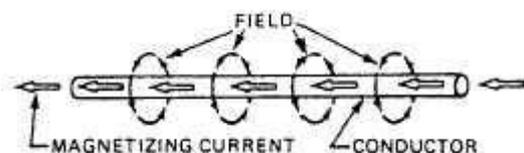
Proses pemeriksaan yang terdiri dari mendorong suatu daerah magnetis menjadi bagian dan menerapkan magnetis partikel, di cair atau penangguhan kering bubuk, ke permukaan menjadi yang diperiksa. Bila magnetis terganggu oleh pemegatan, beberapa lapangan terpaksa keluar ke udara di atas pemegatan, membentuk kebocoran lapangan. Kebocoran di lapangan akan lebih kuat dan lebih terkonsentrasi di dekat pemegatan yang ada di permukaan. Kehadiran pemegatan yang akan dikenali oleh ferromagnetic partikel diterapkan atas permukaan. Beberapa partikel ini akan dikumpulkan dan diselenggarakan oleh kebocoran lapangan. Secara magnetik ini diselenggarakan koleksi partikel bentuk

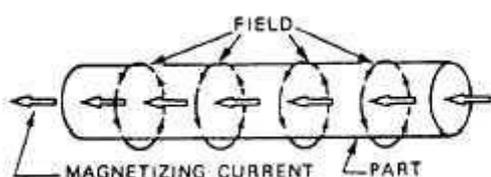
sebuah garis besar dari pemegatan dan menunjukkan lokasi, ukuran, dan bentuk.

Listrik saat ini digunakan untuk membuat atau teknologi magnet dalam bahan magnetik. Magnetis baris yang memaksa selalu berpihak di sudut kanan (90 °) ke arah aliran saat ini. Arah magnetis yang dapat diubah, dan dikendalikan oleh arah magnetizing saat ini. Penyusunan jalur yang saat ini digunakan untuk teknologi yang magnetis baris memaksa agar mereka menangkap dan dekat adalah sedapat mungkin di sudut kanan ke pemegatan.

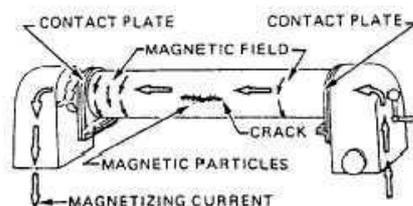
Medan gaya yang harus di arah yang baik untuk menghasilkan indikasi. Bila aliran garis yang berorientasi pada arah paralel ke pemegatan, adanya indikasi akan lemah atau kurang. Hasil terbaik yang diperoleh ketika aliran garis berada dalam arah di sudut kanan ke pemegatan. Jika pemegatan adalah untuk menghasilkan kebocoran lapangan dan dibaca magnetis Partikel indikasi, pemegatan yang menghadang yang harus ditingkatkan baris paksa di beberapa sudut. Ketika magnetizing listrik yang saat ini digunakan, yang terbaik adalah indikasi yang dihasilkan ketika jalan yang saat ini adalah magnetizing mengalir ke pemegatan paralel, karena aliran garis magnetis selalu dengan sudut 90 ° untuk aliran yang magnetizing saat ini. Kedua magnetizing jenis metode yang digunakan adalah sirkular dan longitudinal.

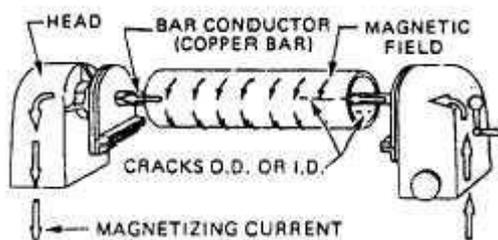
CIRCULAR proses mengisikan maknit. Circular proses mengisikan maknit digunakan untuk deteksi dari radial diskontinuitas sekitar pinggiran lubang atau bukaan di bagian. Hal ini juga digunakan untuk deteksi dari diskontinuitas longitudinal, yang terletak di arah yang sama sebagai jalur arus baik di sebagian atau di bagian pusat konduktor yang dilewati arus tersebut.

Circular proses mengisikan maknit nama yang berasal dari fakta bahwa medan sirkular magnetis selalu dikelilingi oleh sebuah konduktor, seperti kawat atau bar yang membawa arus listrik (gambar 11.102).

Gambar 5.2 magnetik sebuah lapangan sekitar konduktor listrik.

Arah magnetik baris memaksa (magnetis) selalu di sudut kanan ke arah magnetizing saat ini. Cara mudah untuk mengingat arah magnetik baris paksa di sekitar konduktor adalah untuk membayangkan bahwa Anda yang tamak konduktor dengan tangan Anda sehingga diperpanjang jempol poin sejajar dengan aliran listrik saat ini. Jari yang kemudian di jalur arah garis gaya magnetik . Sebaliknya, jika jari di jalur arah aliran saat ini, yang diperpanjang jempol poin di arah magnetik baris paksa. Karena sebuah magnetik adalah bagian dalam efek yang besar konduktor, arus listrik melewati bagian ini menciptakan sebuah magnetis dengan cara yang sama seperti dengan konduktor kecil (gambar 11.103).

Gambar 11.103 magnetik lapangan di bagian digunakan sebagai konduktor.

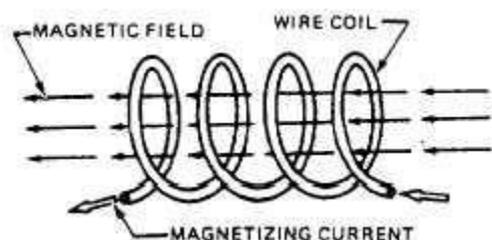
Magnetis baris yang berlaku adalah di sudut kanan ke arah saat ini seperti sebelumnya. Proses mengisikan maknit jenis ini disebut " medan sirkular proses mengisikan maknit" karena baris paksa, yang mewakili arah magnetis, adalah surat edaran bagian dalam. Untuk membuat medan sirkular magnetis atau lapangan di bagian seimbang dengan

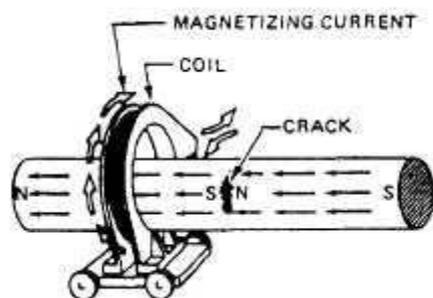
peralatan magnetis Partikel pemeriksaan, yang merupakan bagian clamped antara kontak piring dan saat ini dilewatkan melalui bagian, seperti yang ditunjukkan dalam gambar 5.3

Gambar 5.3 Membuat medan sirkular magnetis di bagian.

Ini mendirikan sebuah medan sirkular magnetis di bagian yang menciptakan kutub pada sisi baik dari setiap retak atau pemegatan yang berjalan sejajar dengan panjang bagian. Kutub akan menarik partikel magnetis, membentuk sebuah indikasi dari keadaan yg terputus-putus. Pada bagian yang berlobang atau tubelike, dalam permukaan adalah hal penting untuk memeriksa sebagai bagian luar. Ketika itu adalah bagian sirkulasi magnet lewat magnetizing yang saat ini melalui bagian, yang magnetis di dalam permukaan adalah diabaikan. Sejak ada magnetis sekitar konduktor dari arus listrik, ada kemungkinan teknologi yang memuaskan magnetis dengan menempatkan pada bagian tembaga bar atau konduktor lain. Hal ini digambarkan dalam gambar 11.105 dan 11.106. Lulus saat ini melalui sebuah bar induces magnetis di lapangan baik di dalam dan di luar permukaan.

Gambar 5.4 Menggunakan konduktor pusat untuk circularly magnet silinder.

Gambar 5.5 Menggunakan konduktor pusat untuk circularly magnet ringlike bagian.

5.5 Proses mengisikan magnet secara longitudinal

Proses mengisikan maknit secara longitudinal digunakan untuk deteksi dari diskontinuitas keliling, yang terletak di arah ke malang atau di sekitar sudut kanan ke bagian sumbu. Electric saat ini digunakan untuk membuat longitudinal magnetis di suatu bahan magnetik. Ketika sebuah bagian dari bahan magnetik ditempatkan di dalam lilitan, seperti yang ditunjukkan dalam gambar 5.6, yang magnetis baris memaksa dibuat oleh magnetizing sendiri saat ini berkonsentrasi dalam bagian dan seorang longitudinal magnetis.

Gambar 5.6 magnetik di lapangan yang ditempatkan di bagian yang berliku-liku.

Inspeksi silinder bagian dengan daya tarik longitudinal ditampilkan di gambar 5.7

Gambar 5.7 gulungan membuat longitudinal lapangan untuk menunjukkan retak di bagian

Jika terdapat keadaan yg terputus-putus melintang di bagian, seperti yang di ilustrasi, kutub magnetis kecil yang dibentuk pada sisi baik dari retak. Kutub ini akan menarik partikel magnetis, membentuk sebuah indikasi dari pemegatan. Bandingkan gambar 5.7 dengan gambar 5.3, dan dicatat bahwa dalam kedua kasus yang magnetis telah menimbulkan di bagian yang di sudut kanan ke cacat. Ini adalah yang paling diminati kondisi yang handal untuk pemeriksaan.

Alternating Current. Penggunaan arus bolak-balik saat ini (ac) di pemeriksaan partike lmagnetis dianjurkan hanya untuk deteksi dari permukaan diskontinuitas, yang sebagian besar terdiri dari layanan-menimbulkan kerusakan. Kelelahan dan stres korosi retak adalah contoh keretakan biasanya terbuka ke permukaan. Alternating saat ini, yang harus satu tahap bila digunakan langsung untuk tujuan magnetizing, diambil dari komersial daya baris atau portabel sumber daya, dan biasanya 50 atau 60 photographe.

Direct Current . Arus langsung ini (dc) olivier netizes-lintas seluruh bagian atau kurang lebih seragam dalam kasus longitudinal proses mengisikan maknit. Magnet yang dihasilkan oleh lansung menembus saat ini lebih ke bidang selain daripada yang dihasilkan oleh alternating saat ini, yang memungkinkan untuk mendeteksi bawah permukaan diskontinuitis. Pada umumnya langsung saat ini digunakan dengan metode basah partikel magnetik. Dalam kehadiran dc bidang, kering bubuk partikel bertingkah seolah-olah mereka bergerak, cenderung tetap

terjadi di mana saja mereka ke tanah di bagian permukaan. Hal ini berbeda dengan apa yang terjadi dengan partikel serbuk kering di hadapan ac bidang. Dalam bidang ini, yang memiliki mobilitas partikel pada permukaan disebabkan oleh pulsating karakter dari kolom. Partikel mobilitas bantuan cukup unsur pembentukan accumulations (indikasi) di diskontinuitas.

5.6 Partikel dan metode aplikasi.

Partikel yang digunakan dalam pengujian magnetik partikel yang terbuat dari bahan magnetik, biasanya kombinasi dari besi dan besi oxides, yang memiliki permeabilitas yang tinggi dan rendah retentivity. Partikel yang tinggi permeabilitas magnetized dengan mudah dan tertarik dengan rendahnya tingkat kebocoran di bidang diskontinuitas. Rendah retentivity diperlukan untuk mencegah dari partikel yang magnetized secara permanen. Sangat kuat partikel cenderung tetap berdampingan dan untuk setiap permukaan magnetis, sehingga mengurangi partikel mobilitas dan latar belakang akumulasi meningkat.

Partikel sangat kecil dan berbagai ukuran.

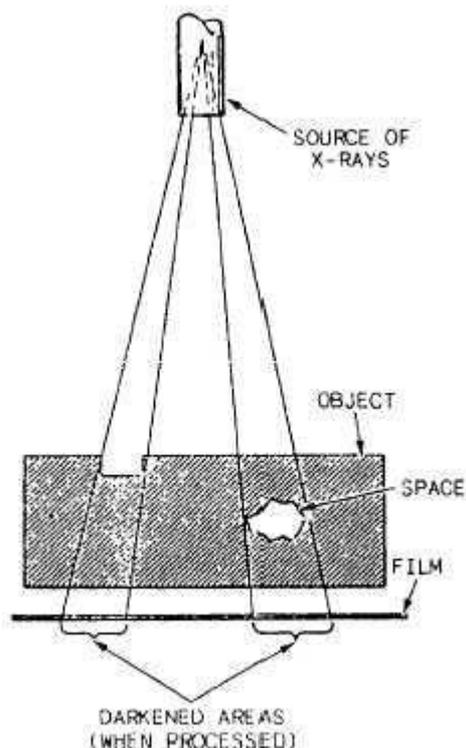
Setiap formulasi partikel magnetis selalu berisi berbagai ukuran dan bentuk untuk memproduksi hasil optimal yang dimaksudkan untuk digunakan. Partikel terkecil dapat lebih mudah dan tertarik untuk diselenggarakan oleh rendahnya tingkat kebocoran sangat baik di bidang discontinuitics; partikel yang lebih besar dapat lebih mudah jembatan di seluruh kasar diskontinuitas, dimana kebocoran bidang biasanya lebih kuat. Elongated partikel disertakan, khususnya dalam kasus serbuk kering, karena ini berbentuk batang-partikel dengan mudah mensejajarkan diri dengan kebocoran bidang tajam tidak ditentukan, seperti yang terjadi di bawah permukaan diskontinuitas. Global berbentuk partikel yang dimasukkan ke dalam bantuan dan mobilitas seragam pembubaran partikel pada permukaan.

Magnetis partikel dapat diterapkan sebagai bubuk kering, atau basah, baik dengan menggunakan air atau tinggi titik nyala minyak tanah hasil saringan sebagai operator kendaraan cair. Kering bubuk tersedia dalam berbagai warna, sehingga pengguna dapat memilih warna yang terbaik kontras dengan warna permukaan atas yang digunakan. Warna untuk digunakan dengan cahaya yang biasa terlihat merah, abu-abu, hitam, atau kuning. Merah-hitam dan partikel yang tersedia untuk digunakan dalam basah bat dengan lampu biasa, dan kuning-hijau neon partikel untuk penggunaan dengan cahaya hitam. Fluorescent partikel digunakan secara luas di basah bat, sejak terang neon indikasi yang dihasilkan di diskontinuitas yang mudah dilihat terhadap latar belakang yang gelap yang ada di daerah pemeriksaan cahaya hitam.

5.8 Pemeriksaan Radiographic (Radiographic Inspection)

Radiographic adalah nondestructive pemeriksaan metode yang menggunakan sumber X-ray untuk mendeteksi diskontinuitas pada material dan perakitan komponen. Radiasi diproyeksikan melalui item yang akan diuji, dan hasil yang diambil pada film. Radiography dapat digunakan pada logam, nonmetallic, dan kombinasi logam / nonmetallic bahan dan Penetes tanpa akses ke daerah pedalaman. Namun, cacat harus benar berpihak dan berorientasi terhadap sinar tembus untuk dipercaya dapat terdeteksi. Radiography adalah salah satu yang paling mahal dan paling sensitif untuk metode deteksi retak. Ia hanya boleh digunakan untuk mendeteksi kekurangan yang tidak dapat diakses atau favorably berorientasi untuk digunakan dengan metode tes lain.

Sejauh yang tercatat atas informasi berikut tiga faktor utama:

1. Komposisi bahan.
2. Produk dari kepadatan dan ketebalan bahan.
3. Energi X-ray, yang insiden atas bahan. Bahan diskontinuitas menyebabkan perubahan yang nyata dalam karakteristik ini, sehingga membuat sendiri detectable.

Gambar 5.8 Diagram radiographic eksposur.

Gambar 5.8 merupakan diagram dari hubungan radiographic menunjukkan unsur-unsur dari sistem. Radiasi melewati objek dan menghasilkan sebuah kelihatan atau laten gambar dalam film. Ketika diproses, film menjadi sinar rentgen bayangan atau gambar dari objek.Sejak lebih radiasi melewati objek di mana adalah bagian tipis atau di mana ada spasi atau kosong, maka daerah di film adalah gelap. Sinar rentgen yang dibaca atau diinterpretasikan dengan membandingkan dengan dikenal sifat objek.

Analisa RADIOGRAPHIC. Manfaat dari informasi yang diperoleh dari proses radiographic tergantung pada interpretasi cerdas yang berasal dari gambar. Untuk berhasil interpretasikan sinar rentgen, radiographic yang harus bekerja memiliki pengetahuan tentang komponen atau bahan dan dapat berhubungan gambar ke kondisi mungkin terjadi. Spesifikasi ini digunakan untuk menguraikan yang diskontinuitas yang mungkin dianggap merugikan untuk fungsi dan bagian yang dapat diterima magnitudes dari diskontinuitas. Sudah menjadi tugas juru film untuk

mengenali berbagai diskontinuitas, mereka magnitudes, dan akan mampu untuk mereka yang berkaitan dengan spesifikasi khusus yang diperlukan. Tanggung jawab dan kemampuan juru radiographic tidak dapat terlalu. Seringkali, banyak kehidupan manusia dan investasi dari jutaan dolar yang tergantung pada keputusan dari juru radiographic.

Radiasi HAZARD. Radiasi dari-X-ray unit kerusakan jaringan hidup. Ini adalah universal diakui bahwa dalam penggunaan peralatan tersebut, perlindungan yang memadai harus diberikan kepada personil. Personil harus tetap di luar utama sinar X-ray di semua kali. Radiasi menghasilkan perubahan dalam semua masalah yang melewati. Hal ini juga berlaku pada jaringan hidup. Bila radiasi yang menyerang Molecules dari tubuh, efek yang mungkin tidak lebih dari untuk mengusir beberapa elektron; tetapi kelebihan ini dapat menyebabkan perubahan irreparable berbahaya. Ketika sebuah kompleks organisme yang terkena radiasi, tingkat kerusakan, jika ada , Yang tergantung dari sel-sel tubuh telah berubah. Yang lebih penting adalah di bagian tengah badan, karena itu, lebih tembus radiasi, yang diperkirakan akan semakin berbahaya di daerah ini. Biasanya kulit yang sebagian besar menyerap radiasi maka dijalankan awal untuk radiasi.

Jika seluruh tubuh yang terkena yang sangat besar dosis radiasi, dapat menyebabkan kematian. Secara umum, jenis dan kerasnya dari penyakit efek dari radiasi tergantung pada jumlah radiasi yang diterima di satu waktu dan persentase dari total tubuh terpapar. Dosis yang lebih kecil dari radiasi dapat menyebabkan gangguan usus dan darah dalam waktu singkat. Semakin banyak efek yang tertunda leukemia dan kanker. Kerusakan kulit dan hilangnya rambut mungkin juga hasil terpapar radiasi.

5.9 Pemeriksaan Ultrasonik

Pemeriksaan Ultrasonik adalah pemeriksaan dengan menggunakan gelombang suara yang frequensinya diatas 20.000 cycle perdetik. Gelombang suara ini akan dipantulkan bila menyentuh benda dengan berat jenis benda yang berbeda. Benda cair atau gas berbeda pada pantulannya.

Gambar 5.9 Pemeriksaan Ultrasonik

Pemeriksaan Ultrasonik merupakan salah satu metode pemeriksaan tanpa merusak benda (Non Destructive Test) yang banyak digunakan untuk mendeteksi adanya cacat dalam, cacat permukaan, cacat dekat permukaan dari peralatan yang terbuat dari logam atau paduan. Cacat tersebut dapat berupa retakan (crack), cacat gas, dan penetrasi yang tidak sempurna. Prisip kerja pemeriksaan ultrasonik adalah dengan memanfaatkan rambatan gelombang ultrasonik yang dikeluarkan oleh transmitter pada benda kerja dan kemudian pantulan gelombangnya ditangkap oleh receiver.

Gelombang yang diterima ini dapat diukur intensitas, waktu perambatan atau resonansi yang ditimbulkan. Sehingga pada umumnya pemeriksaan ultrasonik ini didasarkan pada perbedaan intensitas gelombang yang diterima, perbedaan intensitas, dan waktu perambatan serta perbedaan resonansi. Ultrasonik dapat digunakan untuk berbagai pemeriksaan antara lain:

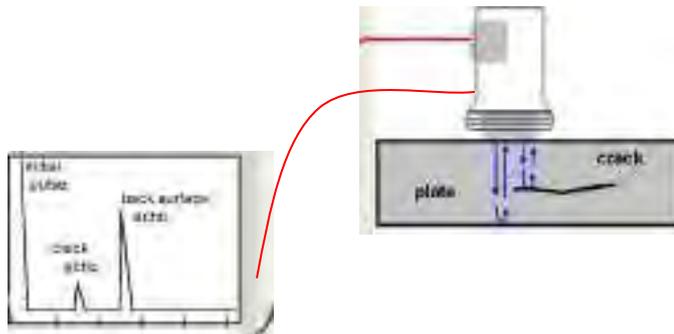
- Mendeteksi adanya cacat pada benda

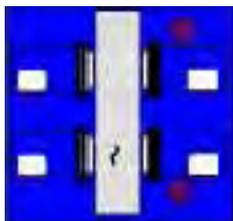
- Mengukur ketebalan material
- Mempelajari struktur dari material
- Evaluasi hasil proses manufaktur

Pada pemeriksaan tanpa merusak ultrasonik, gelombang ultrasonik diradiasikan ke dalam bahan melalui suatu transduser ultrasonik yang bertindak sebagai pemancar, yaitu mengubah energi listrik menjadi energi akustik. Bila terdapat suatu cacat di dalam bahan, maka gelombang ultrasonik tersebut akan dipantulkan kembali ke transduser ultrasonik di mana sekarang bertindak sebagai penerima, yaitu mengubah energi akustik menjadi energi listrik. Sinyal pantulan inilah yang setelah diperkuat kemudian dideteksi oleh suatu perangkat elektronik. Dari sinyal-sinyal pantulan ini dapat ditentukan apakah bahan yang sedang diperiksa masih dapat dipakai atau tidak. Cacat-cacat yang bisa dideteksi oleh uji tak merusak ultrasonik ini antara lain adalah retakan, inklusi *(inclusion),* keropos, porositas, laminasi, dan perekatan yang tidak baik pada berbagai macam bahan

Pemeriksaan ultrasonik adalah metode pemeriksaan yang sangatserbaguna, dan dapat dilakukan dalam sejumlah cara yang berbeda. Teknik pemeriksaan ultrasonik biasanya dibagi menjadi tiga klasifikasi utama.

1. Pulsa gema dan Melalui Transmisi (Berhubungan dengan apakah dipantulkan atau ditransmisikan energi digunakan)

   Dalam pengujian pulse-echo, transducer mengirimkan pulsaenergi dan transduser kedua menerima energi yang dipantulkan (gema).Jumlah energi suara yang dipantulkan ditampilkan terhadapwaktu, yang menyediakan informasi tentang ukuran dan lokasi dari fitur yang mencerminkan suara.

Gambar 5.10 pulsa gema

Dua transduser terletak di sisi berlawanan dari spesimen uji yang digunakan. Satu transduser bertindak sebagai pemancar, yang lain sebagai penerima. Diskontinuitas dalam jalur suara akan berakibat pada hilangnya sebagian atau total suara yang ditransmisikan dan ditunjukkan oleh penurunan amplitudo sinyal yang diterima. Melalui transmisi berguna dalam mendeteksi diskontinuitas yang tidak reflektor yang baik, dan ketika kekuatan sinyal lemah. Ini tidak memberikan informasi mendalam.

Gambar 5.11

2. Yang normal dan Angle Beam Beam (Berkaitan dengan sudut bahwa energi suara memasuki artikel tes)

Dalam pengujian balok normal, berkas suaradimasukkan ke dalam artikel tes di 90 derajat kepermukaan.Dalam pengujian balok sudut, berkas suaradimasukkan ke dalam artikel tes di beberapasudut lain dari 90.Pilihan antara inspeksi normal dan sudut balokbiasanya tergantung pada dua pertimbangan:

a)Orientasi dari fitur yang menariksuara harus diarahkan untuk menghasilkan refleksi terbesar dari fitur tersebut.

b)Penghalang pada permukaan bagian yang harus bekerja di sekitar

Gambar 5.12 Normal dan angle beam

3. Kontak dan Perendaman (Berkaitan dengan metode kopling transduser untuk artikel uji).

4. Untuk mendapatkan tingkat energi suara yang berguna kematerial, udara antara transduser dan artikel tes harus dihapus.Hal ini disebut sebagai kopling. Dalam pengujian kontak dengan couplant seperti air, minyak atau gel diterapkan antara transduser dan bagian.Dalam pengujian perendaman, bagian dan transduser adalah tempat dalam bak air. Susunan ini

memungkinkan gerakanyang lebih baik.Dengan pengujian perendaman, gema dari permukaan bagian depan terlihat dalam sinyal.

Perala tberagam. Pilihan yang tepat adalah eriksaan yang akurat seperti yang Secara umum, ada tiga komponen dasar yang terdiri dari sebuah sistem uji ultrasonik:

1. Instrumentasi

   Peralatan ultrasonik biasanya dibeli untuk memenuhi kebutuhan pemeriksaan spesifik, beberapa pengguna mungkin membeli peralatan tujuan umum untuk memenuhi sejumlah aplikasi inspeksi.Peralatan tes dapat diklasifikasikan dalam beberapa cara yangberbeda, ini mungkin termasuk portabel atau stasioner, kontak atau perendaman, manual atau otomatis.
2. Transduser

   Transduser diproduksi dalam berbagai bentuk, bentuk dan ukuran untukberbagai aplikasi.Transduser dikategorikan dalam beberapa cara yang meliputi:

   - Kontak atau perendaman
   - Elemen tunggal atau ganda
   - Normal atau sudut balok

   Dalam memilih sebuah transduser untuk aplikasi tertentu, penting untuk memilih frekuensi yang dikehendaki, bandwidth, ukuran, dan dalam beberapa kasus fokus yang mengoptimalkan kemampuan inspeksi.

Gambar 5.14 Transducer

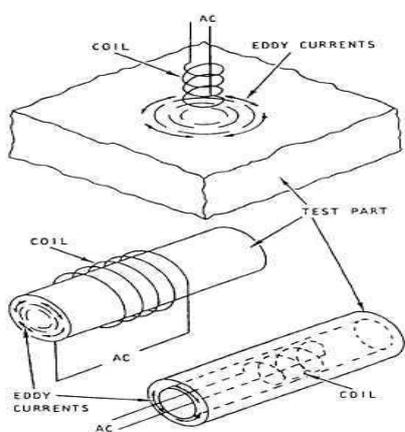
3. Standar Kalibrasi

Kalibrasi adalah operasi mengkonfigurasi peralatan uji ultrasonik untuk nilai-nilai diketahui. Ini menyediakan inspektur dengan sarana membandingkan sinyal uji untuk pengukuran diketahui.Kalibrasi standar datang dalam berbagai macam jenis bahan, dan konfigurasi karena keragaman aplikasi inspeksi.Standar kalibrasi biasanya dibuat dari bahan sifat akustik yang sama seperti yang dari artikel uji.

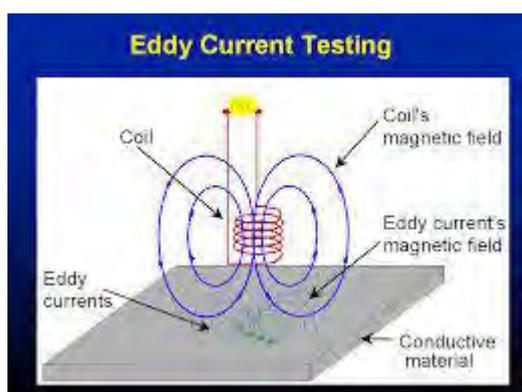
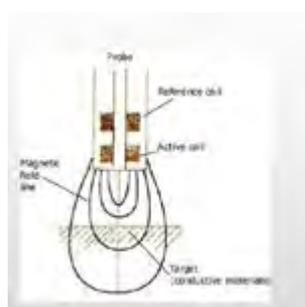
5.10 Pemeriksaan Eddy Current

Analisa secara elektromagnetis adalah suatu istilah yang menggambarkan metoda test pada spektrum elektronik yang luas yang meliputi bidang pertemuan magnetik dan arus peredaran. Umumnya pada pesawat besar menggunakan teknik pemeriksaan dengan cara eddy current. Eddy curent disusun dari elektron bebas yang dibuat untuk mengalirkan ke sepanjang metal di bawah pengaruh bidang induksi elektromagnetik.

Eddy current digunakan dalam pemeliharaan pesawat terbang untuk memeriksa lapisan dan poros turbin jet engine, skins sayap, roda pendarat, lubang-lubang baut, dan lubang spark plug apakah terjadi keretakan, panas atau kerusakan frame. Para pekerja di pabrik pesawat, eddy current digunakan untuk memeriksa tuangan(casting), cap(stamping), bagian-bagian mesin, tempaan(forging) dan extrusi.

Eddy current yang menimbulkan arus dalam konduktor listrik oleh reaksi dengan magnetis. Arus yang berputar-putar di alam adalah surat edaran, dan berjalan lurus yang berorientasi ke arah yang diterapkan magnetis. Secara umum, saat ini berkisar selama pengujian, dalam berbagai bidang magnetik (s) adalah / dihasilkan oleh sebuah alternating listrik saat ini (ac) mengalir melalui posisi kawat bergelung yang berbatasan langsung ke konduktor, sekitar konduktor, atau dalam konduktor. Gambar 5.15 menunjukkan arus mengalir berputar-putar di berbagai konfigurasi.

Gambar 5.15 Generation dari kisaran arus di berbagai bagian konfigurations.

Prinsip kerjanya sebuah arus bolak-balik dibangkitkan melalui kumparan yang menciptakan medan magnet utama. Jika bahan dilewatkan pada daerah medan magnet utama, medan magnet ini akan menciptakan arus Eddy pada bahan yang dilewatkan. Kemudian Arus Eddy akan menciptakan medan magnet sekunder. Arah medan magnet sekunder

menentang bidang utama. Kekuatan medan magnet sekunder tergantung pada sifat listrik dan sifat magnetik material. Jika ada cacat di permukaan atau dibawah permukaan (di dalam) bahan/material, sifat listrik dan sifat magnetik material rata-rata yang dipengaruhi oleh medan magnet utama akan berubah. Perubahan itulah yang akan dievaluasi ketika EDDY CURRENT TEST dilakukan untuk Mengetahui kondisi aktual Material atau Bahan yang diuji.

yang paling sederhana padapemeriksaan uk pendeteksian retakan,pemeriksaan duksi. Alat ini memilikisebuah circuit ndingkankeseimbangan beban yang a adaperubahan pada spesimen uji disinormal, kita bisa mengamati pergerakannya pada alat ini.Circuit Bridge dikenal juga dengan nama Maxwell-Wien bridge, dan digunakan untuk pengukuran induktansi dalam kaitannya dengan calibrasi resistansi dan kapasitansi

Probe arus eddy secara khas mempunyai frekwensi atau bidang frekwensi yang dirancang untuk dioperasikan. Ketika probe dioperasikan diluar dari bidang itu, pada data akan terjadi masalah. Ketika sebuah probe dioperasikan terlalu tinggi dari frequensi seharusnya,resonansi dapat terjadi didalam sirkuitYang paling utama dalam pengujian arus eddy adalah seberapa baik arus eddy dapat mendeteksi material yang di uji.Ini tergantung dari perancangan probe. Probe berfungsi sebagai alat yang secara langsung menyentuh specimen uji. Probeter diri dari berbagai macam bentuk.

Keuntung rent Test

- Pemerik dalam dan luar permukaan suatu Tube,

- Dapat m ang sangat halus,

- Dapat membedakan cacat dalamdanluar Tube,

- Dapat mengukur kedalaman cacat.

Kekurangan Eddy Current

- Kebutuhan saturasi magnetik pada feritik penukar panas tabung.
- Sulit untuk komputerisasi evaluasi cacat
- Hanya dapat digunakan untuk menginspeksi material konduktif.
- Permukaan harus dapat diakses oleh probe.
- Dibutuhkan skill dan training yang lebih ekstensif daripada teknik yang lain.
- Kekasaran dan kehalusan permukaan dapat berpengaruh.
- Dibutuhkan standar referensi untuk set up.
- Kedalaman penetrasi terbatas

5.11 Pemeriksaan Dye Penetrant

Pemeriksaan Penetran adalah pemeriksaan dengan menggunakan cairan kimia yang biasanya berwarna biru dioleskan pada permukaan benda yang diduga ada keretakan

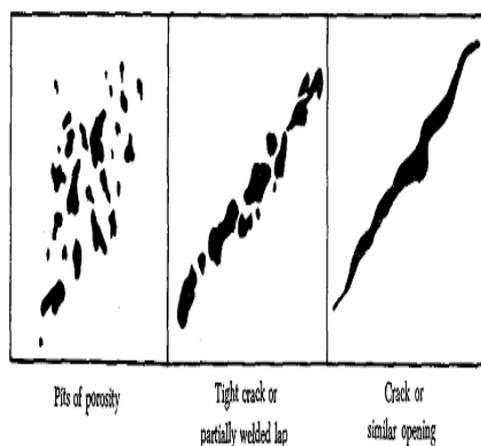
Penetrant inspection adalah pemeriksaan terhadap komponen pesawat tanpa merusak komponen tersebut. Pemeriksaan ini bisa dilakukan jika permukaan terbuka akibat dari keroposnya bahan komponen tersebut. Pemeriksaan dapat berlangsung dengan baik jika komponen tersebut berbahan metal seperti aluminium, magnesium, besi baja, titanium, kuningan, tembaga. Bisa juga digunakan pada keramik, plastik dan kaca.

Penetrant inspection akan mendeteksi kerusakan seperti permukaan yang retak atau keropos. Kerusakan yang terjadi akibat komponen mengalami kelelahan (fatigue), penyusutan(shrinkage),perembesan(porosity), penggilingan(grinding), perlakuan panas(heat-treat), penempaan(forging) dan akibat ledakan(burst). Penetrant inspection dapat juga memeriksa kebocoran antara dua komponen metal yang digabung.

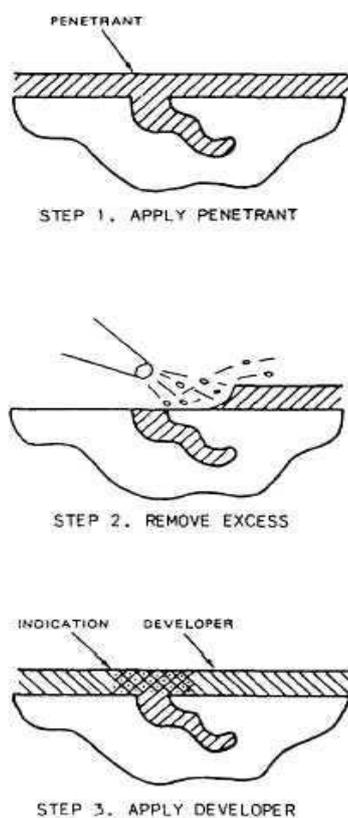
Kelemahan dari penetrant inspection adalah kerusakan yang terjadi permukaannya harus terbuka agar bisa melakukan penetrasi ke dalam komponen yang mengalami kerusakan. Untuk komponen yang mengandung magnetic sebaiknya dilakukan pemeriksaan dengan magnetic. Penetrant inspection tergantung sukses tidaknya cairan penetrant masuk ke dalam permukaan yang terbuka dan sisa yang terbuka itu dapat membuat lebih jelas penglihatan oleh operator. Ini disebut pemeriksaan visual terhadap komponen yang telah diproses tetapi jarak penglihatan terhadap kerusakan ditambah sehingga bisa dideteksi. Jarak penglihatan dari bahan penetrant dapat dinaikkan dengan

menambahkan bahan celupan sehingga dapat dilakukan pemeriksaan dengan visible atau lampu pijar (fluorescent).

Peralatan visible penetrant terdiri dari cairan penetrant, cairan remover dan developer. Sedangkan peralatan fluorescent penetrant terdiri dari black light assembly, cleaner, dan developer. The black light assembly terdiri dari power transformer, flexible power cable, sebuah lampu tangan(hand-held lamp). Lampu tersebut bisa digunakan dalam berbagai posisi dan tempat. Berikut langkah-langkah dalam melakukan penetrant inspection:

1. Bersihkan semua permukaan logam yang akan diperiksa
2. Gunakan penetrant
3. Bersihkan penetrant dengan remover atau cleaner
4. Keringkan komponen tersebut
5. Gunakan develover
6. Lakukan pemeriksaan dan terjemahkan hasilnya.

Gambar 5.19 tipe-tipe kerusakan

Pada visible penetrant, tipe developer saat digunakan pada permukaan komponen akan mengering halus, rata, dan berwarna putih. Setelah disemprotkan developer akan terlihat tanda merah jika terjadi kerusakan pada permukaan komponen. Jika tidak ada tanda merah

terlihat berarti tidak ada kerusakan pada permukaan tersebut. Pada fluorescent penetrant kerusakan akan terlihat warna kuning kehijau-hijauan dan pada area yang berbunyi akan terlihat dalam warna biru violet. Ukuran tanda atau akumulasi penetrant akan menunjukkan tingkat kerusakan dan kecerdasan menganalisa akan menjadi ukuran kedalaman retak. Semakin dalam tingkat keretakannya makin banyak cairan yang tertahan dan semakin meluas. Pembukaan yang halus hanya dapat menahan sejumlah kecil cairan penetrant dan akan terlihat berupa garis halus.Pada gambar di samping menunjukkan tipe kerusakan yang dapat dilokasikan dengan menggunakan penetrant. Pemeriksan dye penetrant adalah sederhana, murah, dan dapat diandalkan metode pemeriksaan nondestructive untuk mendeteksi diskontinuitas yang terbuka ke permukaan objek untuk diteliti. Hal ini dapat digunakan pada logam dan lain nonporous bahan yang tidak menyerang dengan bahan penetrant. Dengan teknik, akan mendeteksi berbagai diskontinuitas, mulai dari ukuran yang mudah terlihat kecil untuk tingkat bawah, sepanjang diskontinuitas terbuka ke permukaan yang cukup dan bebas dari bahan asing. Gambar 8.19 menunjukkan prinsip-prinsip dasar dari proses pemeriksaan penetrant.

Gambar 5.20 Dasar penetrant proses

Penetrant yang diperbolehkan untuk tetap berada pada permukaan bagian untuk jangka waktu tertentu untuk ijin untuk memasuki dan mengisi setiap bukaan atau diskontinuitas. Setelah periode yang cocok diam, penetrant yang akan dihapus dari bagian permukaan. Anda harus berhati-hati untuk mencegah pengangkatan penetrant yang terdapat di diskontinuitas. Bahan yang disebut "pengembang" ini kemudian diterapkan. Pemaju bantuan dalam menggambar apapun terperangkap penetrant dari diskontinuitas dan meningkatkan visibilitas indikasi apapun.

Kecerobohan dan kelengahan akibat dari tidak disiplinnya para teknisi sering menghasilkan pekerjaan inspeksi dan perbaikan yang tidak maksimal. Untuk menghasilkan pekerjaan yang maksimal maka penting bagi semua untuk selalu disiplin dan mengikuti prosedur yang sudah diterapkan. Janganlah bosan untuk selalu taat aturan walaupun sudah berulang kali dilaksanakan karena disitulah kunci keberhasilan kerja.

Perlu disadari juga bahwa kita sebagai manusia tidak terlepas dari suatu kesalahan baik dilakukan dengan sengaja maupun tidak. Oleh karena itu kita senantiasa memohon dan meminta perlindungan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa agar diberi perlindungan agar terhindar dari segala macam yang tidak diinginkan baik dilingkungan kerja atau dimanapun kita berada. Sehingga apa yang kita harapkan dan kita inginkan bisa terwujud yaitu hidup bahagia dan sejahtera.

Dengan materi tersebut, memberikan manfaat bagi kamu untuk dapat diterapkan dalam pekerjaan perawatan komponen pesawat udara. Kiranya dengan mempelajari materi tersebut Kamu akan lebih bersyukur akan karunia Tuhan, karenanya masih dilimpahkan kemampuan untuk mempelajari materi yang bermanfaat.

Rangkuman

Sistem pemeriksaan pada pesawat udara terdiri dari beberapa proses yang meliputi:

1. laporan yang dibuat olek mekanik, pilot atau crew penerbangan dari pesawat tersebut.
2. pemeriksaan terjadwal secara teratur dari pesawat tersebut. Sistem pemeriksaan ini didesain untuk memelihara pesawat tetap dalam kondisi sebaik mungkin. Pemeriksaan yang cermat dan berulang-ulang harus dipertimbangkan sebagai kekuatan dari program pemeliharaan yang baik. Pemeriksaan yang tidak teratur dan semberono akan selalu menghasilkan secara gradual kemunduran dari pesawat tersebut. Waktu yang dihabiskan pada akhirnya hanya untuk memperbaiki pesawat tersebut.

Pemeriksaan dengan sistem kalender adalah sistem yang efisien dari sudut managemen pemeliharaan. Penjadwalan penggantian komponen dengan batas pengoperasian berdasarkan jam normalnya dikerjakan selama pemeriksaan kalender jatuh pada tanggal yang paling dekat dengan batasan jamnya. Di dalam beberapa hal batas jam terbang ditetapkan sampai batas jumlah jam yang boleh terbang selama jarak waktu kalender.

Pengoperasian pesawat di bawah sistem jam terbang diperiksa saat jumlah jam terbang yang ditentukan diakumulasi. Komponen yang batas operasi jamnya jatuh pada batas jam yang paling dekat normalnya harus diganti selama pemeriksaan.

Berikut ini diberikan berbagai macam teknik pemeriksaan terhadap kerusakan struktur pesawat udara tanpa merusak komponen pesawat tersebut yaitu:

1. Pemeriksaan secara visual
2. Pemeriksaan dengan partikel magnetik
3. Pemeriksaan dengan menggunakan penetran
4. Pemeriksaan dengan eddy current dan
5. pemeriksaan dengan ultrasonic

Memeriksa suatu komponen tanpa merusak komponen tersebut dengan cara visual adalah metode paling tua. Kerusakan akan luput jika dilakukan mata biasa. Oleh karena itu agar bisa mendeteksi kerusakan komponen maka pada mata dibantu alat-alat seperti telescope, boroscope dan kaca pembesar.

Pemeriksaan Magnetis adalah pemeriksaan magnetis menggunakan medan magnet pada benda yang diperiksa untuk mengetahui tempat keretakan logam.

Pemeriksaan Ultrasonik adalah pemeriksaan dengan menggunakan gelombang suara yang frequensinya diatas 20.000 cycle perdetik.

Radiographic adalah nondestructive pemeriksaan metode yang menggunakan sumber X-ray untuk mendeteksi diskontinuitas pada material dan perakitan komponen

Pemeriksaan Penetran adalah pemeriksaan dengan menggunakan cairan kimia yang biasanya berwarna biru dioleskan pada permukaan benda yang diduga ada keretakan

Penetrant inspection adalah pemeriksaan terhadap komponen pesawat tanpa merusak komponen tersebut.

M. Evaluasi Diri

Penilaian Diri
Evaluasi diri ini diisi oleh siswa, dengan memberikan tanda ceklis pada pilihan penilaian diri sesuai kemampua siswa bersangkutan.

No	Aspek Evaluasi	Penilaian diri			
		Sangat Baik (4)	Baik (3)	Kurang (2)	Tidak Mampu (1)
A	**Sikap**				
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
B	**Pengetahuan**				
1	Saya mampu memahami *Inspection and Repair Techniques* dari berbagai macam benda kerja				
C	**Keterampilan**				
1	Saya mampu melakukan Melakukan *Inspection and Repair Techniques* dari berbagai macam benda kerja				

N. Review

Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan Benar

1. Sebutkan 2 proses sistem pemeriksaan pada perawatan pesawat udara!
2. Apa yang dimaksud dengan pemeriksaan dengan sistem kalender pada perawatan pesawat udara?
3. Apa yang dimaksud dengan pemeriksaan dengan sistem jam terbang pada perawatan pesawat udara?

4. Sebutkan 5 macam teknik pemeriksaan terhadap kerusakan struktur pesawat udara tanpa merusak komponen pesawat!
5. Apa yang dimaksud dengan pemeriksaan penetran pada perawatan pesawat udara?

O. Penerapan

Perhatikan gambar 1, 2 dan 3 di bawah ini, pilih salah satu gambar untuk kamu bahas.

Gamabr 5.21

Gambar 5.22

Berdasar gambar yang kamu pilih;

a. Berikan komentar kalian terhadap gambar yang dipilih.

b. Apa yang seharusnya dilakukan?

P. Tugas Proyek

Perhatikan gambar 5.23 di bawah ini. Lakukan pemeriksaan dengan metoda dye penetran dengan langkah-langkah sebagai berikut :

Gambar 5.23

1. Bersihkan semua permukaan logam yang akan diperiksa
2. Gunakan penetrant
3. Bersihkan penetrant dengan remover atau cleaner
4. Keringkan komponen tersebut
5. Gunakan develover
6. Lakukan pemeriksaan dan terjemahkan hasilnya.

Rubrik Penilaian

13.Indeks nilai kuantitatif dengan skala 1 – 4

14.KKM : Pengetahuan : ≥ 2.66 (Baik)

Keterampilan : ≥ 2.66 (Baik)

Sikap : ≥ 2.66(Baik)

15. Skor Siswa = $\frac{Skor}{Skor\ Tertinggi}\ x\ 4 = skor\ akhir$

16. Konversi klasifikasi nilai kualitatif :

Konversi nilai akhir		Predikat	Klasifikasi
Skala 1- 4	Skala 0–100		
4	86 -100	A	Sangat Terampil/ Sangat Baik
3.66	81- 85	A-	
3.33	76 – 80	B+	Terampil/ Baik
3.00	71-75	B	
2.66	66-70	B-	
2.33	61-65	C+	Cukup

G. Penilaian

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria, yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

10. Nilai sikap diperoeh dari observasi selama kegiatan belajar
11. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban tugas evaluasi (Review dan Penerapan) yang diberikan.
12. Nilai keterampilan diperoleh dari hasil unjuk kerja tugas proyek yang dilaksanakan siswa.

PENILAIAN HASIL BELAJAR

Nama Siswa : ....

KD : 1. Melakukan Inspection and Repair Technique

4. Penilaian Sikap

Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai

No	Aspek Penilaian	Nilai			
		Sangat Baik (4)	Baik (3)	Kurang (2)	Tidak Mampu (1)
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				

4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai **(Jumlah Nilai / 4)**				

2. PenilaianPengetahuan		
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar hasil pemeriksaan jawaban evaluasi yang diberikan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai**
1	Review	
2	Penerapan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai / 2)	

3. Penilaian Keterampilan		
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar hasil pemeriksaan jawaban evaluasi yang diberikan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai**
1	Tugas Proyek	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai / 2)	

Kesimpulan Penilaian		
No	**Aspek Penilaian**	**Nilai**
1	Sikap	
2	Pengetahuan	

<table>
<tr><td>3</td><td>Keterampilan</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Kesimpulan :
Siswa dinyatakan Kompeten/Belum Kompeten*
dan Dapat/Tidak Dapat* Melanjutkan Ke Materi Berikutnya</td></tr>
</table>

*) Coret yang tidak perlu

Daftar Pustaka

Department of Transportation Federal Aviation Administration, Airframe and Powerplant Mechanics, Airframe Handbook,1976

Department of Transportation Federal Aviation Administration, Airframe and Powerplant Mechanics, General Handbook,1976

Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, Departemen Pendidikan Kebudayaan, Konstruksi Rangka Pesawat Terbang 2,1983

HTB. Marihot Goklas,1984, Mengelas Logam dan Pemilihan Kawat Las, PT.Gramedia,Jakarta

Subekty BM-Barus Kasman-Pinem Djoli, 1984, Keterampilan Dasar Mengelas Busur, CV Sinar Harapan, Madiun.

Widharto Sri,2004, Inspeksi Teknik,PT.Pradya Paramitha,Jakarta

……………., 1999, Peralatan las busur manual,Titian Ilmu, Bandung

.............., 1999, Bengkel bersih, PPPGT Malang

Fuady Anwar, 1998,Dasar-Dasar Praktek Kerja Bangku, Penerbit Angkasa, Bandung.

http://wandiwahyudi.web.id/2009/04/dasar-pengecoran-logam-casting/

http://edizenni.blogspot.com/2009/01/teknik-pengecoran-logam.html

http://www.dumautama.com/Eddy Current Inspeksi

BS 3683 (part 5):1965 (1989) Eddy current flaw detection glossary

BS 3889 (part 2A): 1986 (1991) Automatic eddy current testing of wroughtsteel tubes

BS 3889 (part 213): 1966 (1987) Eddy current testing of nonferrous tubes

BS 5411 (part 3):1984 Eddy current methods for measurement of coatingthickness of nonconductive coatings on nonmagnetic base material. Atau saatini dikenal dengan nama BS EN 2360 (1995).

ASTM A 450/A450M General requirements for carbon, ferritic alloysand austenitic alloy steel tubes

ASTM B 244 Method for measurement of thickness of anodic coatingsof aluminum and other nonconductive coatings on nonmagnetic basematerials with eddy current instruments

ASTM B 659 Recommended practice for measurement of thickness of metallic coatings on nonmetallic substrates

ASTM E 215 Standardizing equipment for electromagnetic testing of seamless aluminum alloy tube

SELNER R.H., RENKEN C.J. and PERRY R.B., Nondestructive Tests of Components of EBR-I, Core IV, The Eight International Conference of Nondestructive Testing, (1980)